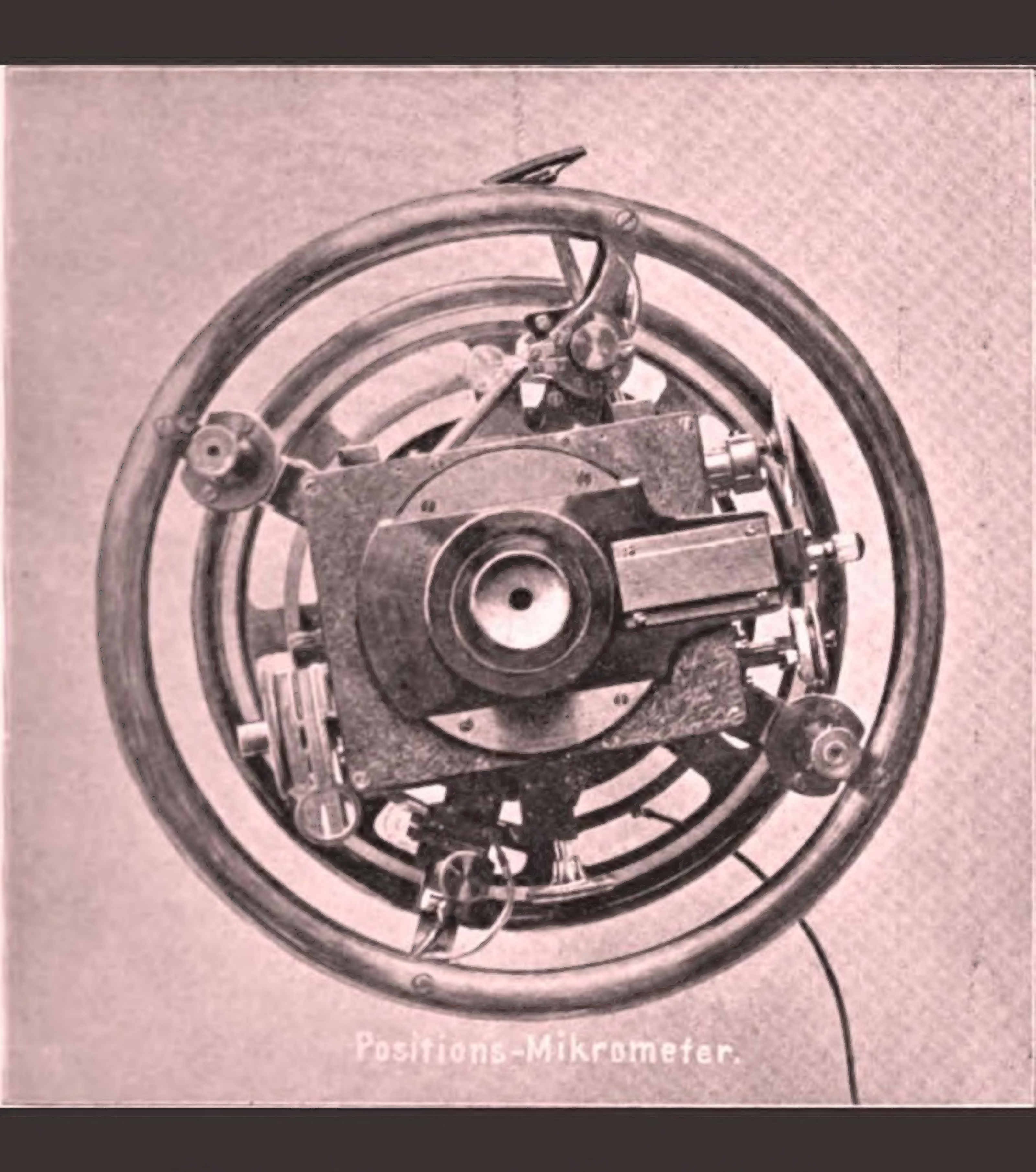


handworterbuch der astronomie

dr. w. valentiner


ROBERT WHEELER
WILLSON

ENCYKLOPÆDIE

DER

NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. DR. W. FÖRSTER, PROF. DR. A. KENNGOTT,
PROF. DR. A. LADENBURG, KUSTOS P. MATSCHIE, PROF.
DR. A. SCHENK, GEH. SCHULRATH DR. O. SCHLÖMILCH,
PROF. DR. W. VALENTINER, PROF. DR. A. WINKELMANN,
PROF. DR. G. C. WITTSTEIN.

III. ABTHEILUNG

II. THEIL:

HANDWÖRTERBUCH DER ASTRONOMIE

HERAUSGEGEBEN

VON

PROFESSOR DR. W. VALENTINER.

BRESLAU
VERLAG VON EDUARD TREWENDT
1899.

HANDWÖRTERBUCH

DER

ASTRONOMIE

UNTER MITWIRKUNG

VON

PROF. DR. E. BECKER-STRASSBURG, PROF. DR. E. GERLAND-KLAUSTHAL, DR. N. HERZ-HEIDELBERG, DR. H. KOBOLD-STRASSBURG, DR. N. v. KONKOLY-BUDAPEST, PROF. DR. C. W. PETERS (†), DR. E. v. REBEUR-PASCHWITZ (†), DR. FR. RISTENPART-HEIDELBERG, PROF. DR. W. SCHUR-GÖTTINGEN, PROF. DR. H. SEELIGER-MÜNCHEN, DR. C. STECHERT-HAMBURG, PROF. DR. W. WISLICENUS-STRASSBURG, DR. K. ZELBR-BRÜNN

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. W. VALENTINER

[illegible] Professor der Astronomie an der Universität und Direktor der Astrometrischen Abtheilung der Grossherzoglichen Sternwarte zu Heidelberg

---

DRITTER BAND, ERSTE ABTHEILUNG

MIT 119 ABBILDUNGEN IM TEXTE UND 4 TAFELN

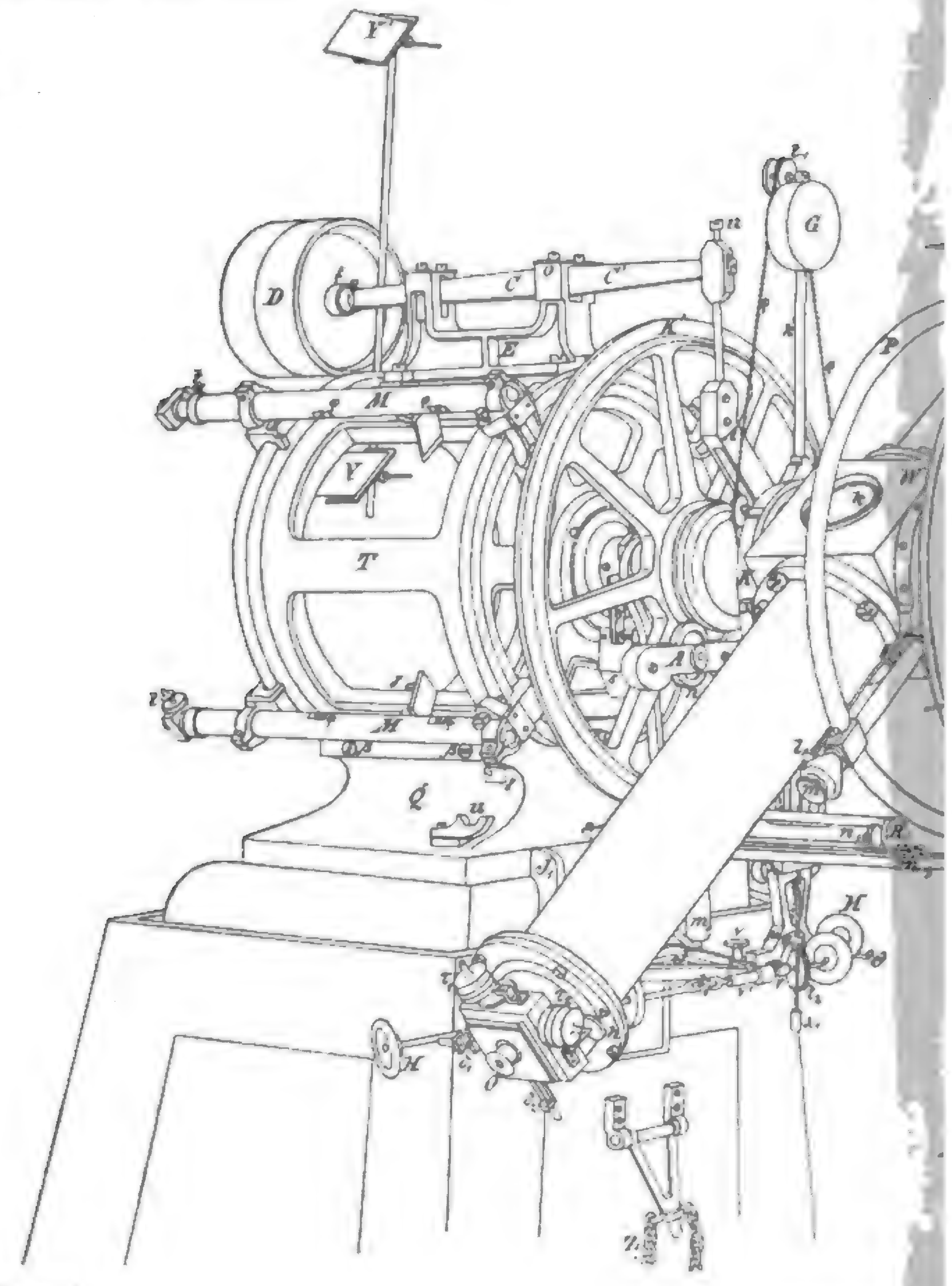


BRESLAU
VERLAG VON EDUARD TREWENDT
1899.

Inhaltsverzeichniss.

Meridiankreis bis Polhöhe.

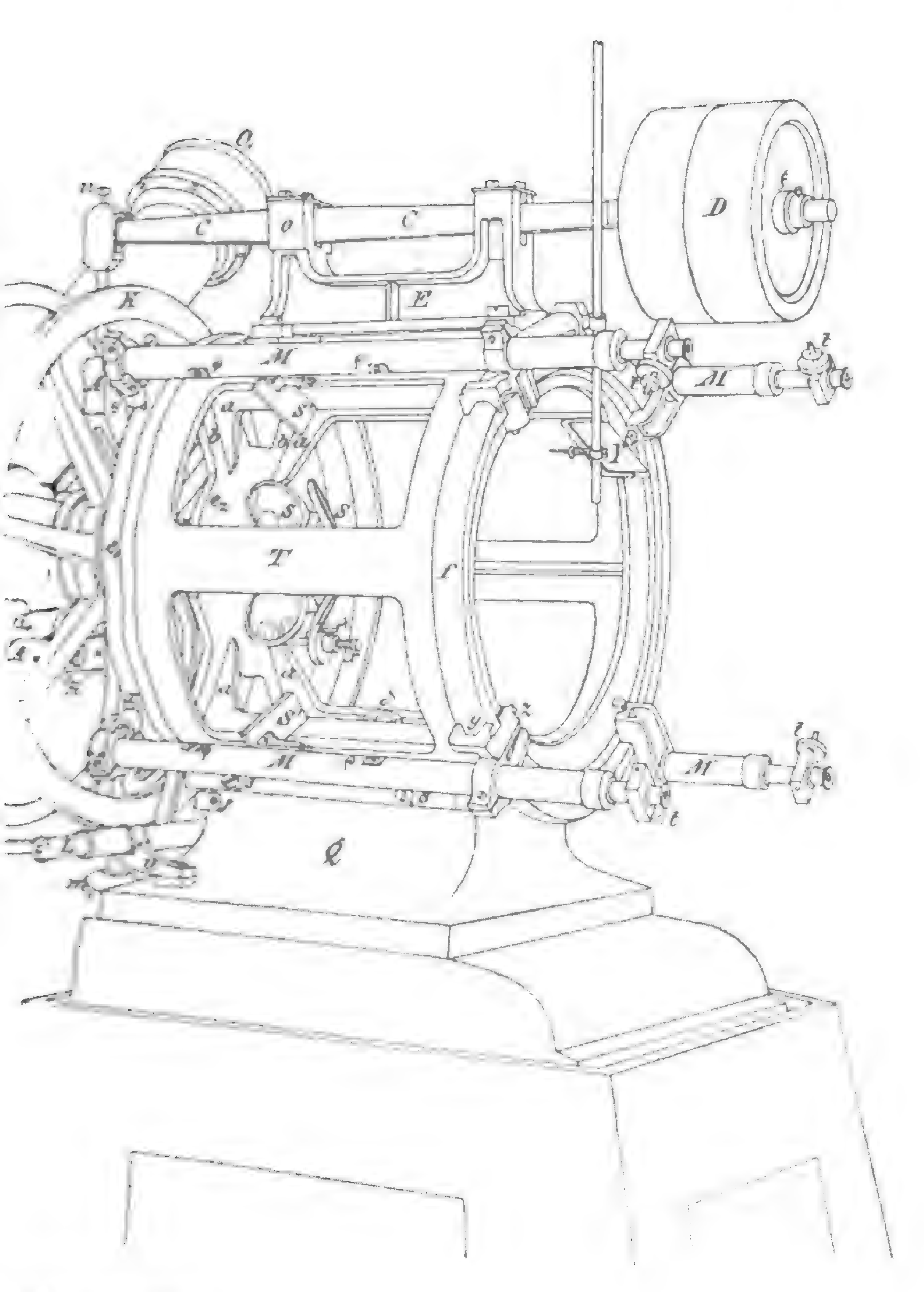
Tafe



Herz del.

Repsold'scher

Verlag von Edu.



:ridiankreis

He

Meridiankreis. Zur Bestimmung von Fundamentalpositionen von Gestirnen, von astronomischen Constanten aus Beobachtungen bedarf man möglichst fest aufgestellter Instrumente, während die transportabeln Universalinstrumente und Theodolite mehr zu geodätischen Zwecken Anwendung finden. Die Veränderlichkeit, welchen diese letzteren Instrumente unterworfen sind, rührt zum grossen Theile daher, dass sie, entsprechend ihrer vielseitigen Verwendung, die Möglichkeit der Drehung um zwei auf einander senkrechte Axen zulassen sollen. Andererseits setzt die Forderung der Transportabilität einer allzu weitgehenden Vergrösserung eine Grenze, während für Fundamentalbestimmungen die Erhöhung der Genauigkeit eine wesentliche Vergrösserung der Kreise, Verlängerung der Axen, Vergrösserung des Fernrohres u. s. w. und eine Reihe von Hilfsinstrumenten erfordert. So bildeten sich schon frühzeitig die grossen Mauerquadranten und Mauerkreise aus, bei denen die Beweglichkeit um eine verticale Axe wegfiel, und die horizontale Drehungsaxe des Fernrohres in einer Mauer fixirt war. Durch die später gewählte, beiderseitige Unterstützung der Axe entstand endlich der Meridiankreis. Indem dieser aber in erster Linie auch zur Bestimmung von Zenithdistanzen dienen soll, wird bei ihm ausschliesslich das nicht gebrochene Fernrohr verwendet, da bei demselben die Biegung des Oculares und Objectives sich so weit compensiren, dass die astronomische Biegung stets nur sehr klein bleibt (s. d. Artikel »Biegung«).

Für die Ablesung am Kreise hat man meist vier Mikroskope. Bei älteren Meridiankreisen waren auch wohl Nonien, oder nur zwei Mikroskope; bei den grösseren der Neuzeit findet man auch sechs Mikroskope. Die Montirung derselben war früher an vier fest mit einander verbundenen, gegen den Horizont um 45° geneigten Armen, welche von einer massiven, kreisförmigen Platte ausgingen, an welcher auch die Zapfenlager befestigt waren. Die Stellung der Mikroskope wurde durch ein Niveau, die sogen. Versicherungs- oder Alhidadenlibelle, wie sie noch jetzt bei den Universalinstrumenten in Verwendung ist, controlirt, und die Abweichungen von der Normalstellung in Rechnung gebracht (s. »Universalinstrument«). Die modernen Meridiankreise, für welche Tafel I als Muster einen REPSOLD'schen Meridiankreis darstellt, haben die Mikroskope an grossen massiven Trommeln befestigt, welche mit den Pfeilern fest verbunden sind. Diese auf den Lagern Q aufgesetzten Trommeln T sind auf der äusseren (vom Mittelpunkte abgewendeten) Seite offen; an der inneren Seite ist der Eisenkranz e_1 mit der Mittelplatte e_2 durch die mit starken Rippen a versteiften Speichen b verbunden. Zur Orientirung der Trommelaxen und des Instrumentes im Azimut

ist jede Trommel für sich mittels der vier Schrauben β in der Richtung des Meridians verschiebbar; die Neigung der Axe, bezw. der Trommeln kann in leicht ersichtlicher Weise durch die Schrauben γ corrigirt werden, von denen zwei an der inneren Seite unten, die dritte an der äusseren Seite oben angebracht sind. Nach Ausführung der sämmtlichen Correctionen werden die Trommeln mittels zweier Eisenplatten möglichst fest aufgedrückt, was durch Festschrauben des Kernes δ auf zwei in entsprechenden Höhlungen der Pfeiler eingelassene und darin mit Blei eingegossene Bolzen geschieht.

An der inneren Platte e_2 sind die v-förmigen Zapfenlager befestigt, auf welchen die Stahlzapfen der Instrumentenaxe liegen (vergl. die schematische Figur des Passageninstrumentes). Diese selbst ist durch zwei Kegelstutzen gebildet, welche an zwei gegenüberliegenden Seiten des Würfels *W* angeschraubt sind. An zwei anderen gegenüberliegenden Seiten des letzteren sind die Ocular- und Objectivstutzen des Fernrohres O, O_1 angeschraubt, während die beiden letzten Seiten zur freien Durchsicht behufs Collimirung des Collimators auf die Mire mit kreisförmigen Ausschnitten versehen sind, die im allgemeinen durch Kappen *k* geschlossen sind.

Die eine Seite der Axe (in der Figur die rechte) und der Würfel enthalten in ihren Höhlungen die Einrichtung für die Beleuchtung des Gesichtsfeldes, bezw. der Fäden des Oculars *O*. Durch den durchbohrten Zapfen gelangen Lichtstrahlen von einer Lampe auf zwei im Würfel seitlich gestellte Spiegel, von denen sie zu einem in der Mitte des Objectives aufgekitteten kleinen Spiegel reflectirt werden, von wo endlich der Strahlenkegel durch das Ocular ins Auge gelangt; es erscheinen somit dunkle Fäden auf hellem Grunde. Um helle Fäden auf dunklem Grunde zu erzielen werden die Spiegel im Würfel um 180° gedreht, so dass die Lichtstrahlen direkt zum Ocular und zwar zu den Seiten der Fäden geworfen werden, wo sie von zwei seitlich gestellten Spiegeln aufgefangen, und auf die Fäden reflectirt werden. Von diesen gelangt dann diffuses Licht ins Auge, während das Feld dunkel bleibt. Der Wechsel von Faden- und Feldbeleuchtung geschieht von aussen mittelst des Knopfes *l*[1]. Die Moderation der Beleuchtung (für sehr schwache Sterne) kann in verschiedener Weise erzielt werden, z. B. durch ein in den Strahlengang des Lampenlichtes eingeschaltetes, engmaschiges Drahtnetz, das bei normaler Stellung das Lampenlicht nur wenig dämpft; die Schwächung des Lichtes geschieht dann durch Drehung des Netzes, welche von aussen mittels des Knopfes *m* vorgenommen werden kann.

Das zweite Axenende enthält die zur Klemmung und Feinbewegung des Fernrohres dienende Vorrichtung. Der um die Axe geschlungene Ring κ setzt sich nach abwärts in den Arm λ fort, durch welchen der zur Klemmung dienende Stab λ_1 frei hindurchgeht. Zur Feinbewegung ist mit dem Arme λ der Arm μ verbunden, zwischen dessen unteren Enden der Kern ν mittels Schraube und Feder ν' hin und her bewegt werden kann. Wird der Kern ν mittels der Klemmschraube ι an die durch die Verbindungsstücke I_1 mit den Lagern *Q* fest verbundene Platte *I* festgeschraubt, so ist auch der Kern ν gegen die Lager *Q* fest; eine Drehung der auf kleine Messingträger θ aufgelegten Handhaben *H* wird demnach den Arm μ, also auch das durch λ_1 geklemmte Fernrohr sammt Kreis bewegen. Beim Umlegen des Instrumentes wird die Schraube ι herausgenommen, und der Kern ν auf das zweite, auf der anderen Seite befindliche

[1]) Die genauere Beschreibung, s. »Publicationen der v. KUFFNER'schen Sternwarte in Wien«, I. Bd., pag. 12 ff.

Verbindungsstück l angeschraubt. Um auch bei der Nadirstellung des Fernrohres (für die Beobachtungen des Quecksilberhorizontes) das Fernrohr bei geklemmter Axe vom Ocular aus fein bewegen zu können, ist an den Ring x ein Arm k' befestigt, an dessen oberem Ende sich eine mit einer Nut versehene Rolle t_1 befindet; das Messingkettchen ρ überträgt durch entsprechende Rollenführungen die Drehung der Rolle t_1 auf die Rolle t_2, welche an der zur Feinbewegung dienenden Schraubenspindel fest aufsitzt. Die zuletzt beschriebenen oberen Theile der Feinbewegungseinrichtung sind gegen den unteren, schwereren Theil durch das Gewicht G, und die rechte Seite (Beleuchtungsvorrichtung) gegen die linke (Klemme) durch zwei Gewichte G_1 balancirt. Um den Druck des Fernrohres auf die Zapfenlager aufzuheben, ruht dasselbe mittels Rollen n auf den Armen A, welche durch die Stellschrauben u auf dem kürzeren Arme der Hebel C aufliegen; diese ruhen mit Schneiden auf kleinen Auflageflächen der inneren Seiten o der Träger E, welche auf den Trommeln T aufgeschraubt sind. An den längeren Hebelarmen sind die Gewichte D durch die Zwingen ξ so festgeklemmt, dass das Instrument noch mit einem ganz geringen Druck auf den Zapfenlagern aufruht. Um bei der Umlegung des Instrumentes das Auflegen der Hebel auf die äusseren Unterlagen, wo die Trommeln nicht so stark versteift sind, wie an der inneren Seite, und andererseits die übermässige Hebung des Instrumentes, das natürlich frei über die Rollen n weggeführt werden muss, hintanzuhalten, werden die Hebel durch die Ketten Z, welche unten an der Pfeilerverschalung befestigt sind, und während des Umlegens an die Arme A angehängt werden, in ihrer gewöhnlichen Lage erhalten.

An dem für die Beleuchtung eingerichteten Axenende befindet sich ein getheilter Kreis K und auf der anderen Seite zur Aequilibrirung ein ihm ganz gleicher K', jedoch ohne Theilung[1]). Die Kreise sind von entsprechender Stärke, durch sechs T-förmig verrippte Speichen versteift, und daher gegen Deformationen genügend gesichert. Die Ablesung geschieht in jeder Kreislage durch vier Mikroskope M, welche auf den Trommeln T befestigt sind; über die Einrichtung derselben[2]) mag hier nur erwähnt werden, dass die Schräubchen ρ zur Correction der Stellung von Objectiv und Ocular gegen den Kreis dienen; die Verschiebung der Fäden wird an den Trommeln t abgelesen. Die Mikroskope werden auf den äusseren, gewölbten Kranz f der Trommeln T durch die v-förmigen Lager y aufgesetzt, und durch Schrauben s befestigt, auf dem inneren ebenen Kranz c_1 mittels dreier Schrauben x (zwei oben, eine unten), welche auch zur Correction der Stellung dienen. Zur Beleuchtung der unter den Mikroskopen befindlichen Stellen der Theilung, dient das Spiegelsystem S, S' innerhalb der Trommeln. Da sich der getheilte Kreis an der Seite des durchbohrten Zapfens befindet, so beleuchtet dieselbe Lampe sowohl das Gesichtsfeld, als auch die unter den Mikroskopen befindlichen Stellen der Theilung; dieselbe Lampe leuchtet überdies auch mittels der Spiegel Y, Y' zum Ocular des Fernrohres in der Nadirstellung des letzteren und durch ein anderes Spiegelpaar, von welchem links zwischen Kreis und Trommel ein Spiegel s sichtbar ist, auf die Stelle des Kreises, an welcher die Indexlesung mittels des Ablesefernrohres L gemacht wird, das in den auf den Platten Q befestigten Lagern u liegt.

Zu erwähnen ist noch, dass bei der jetzt im allgemeinen eingeführten elektrischen Beleuchtung jedes Mikroskop sein eigenes Glühlicht erhält.

---

[1]) Doch sind auch vielfach beide Kreise getheilt.

[2]) S. den Artikel »Nonius und Ablesemikroskop«.

Zur Erhaltung der Unveränderlichkeit des Kreises gegen die Mikroskope reicht auf jeder Seite durch kleine Durchbohrungen der Zapfenlager von unten je ein kleiner Hebel φ (links zwischen Kreis und Trommel sichtbar) bis an den Zapfen, und drückt gegen diesen mittels einer Feder χ (rechts innerhalb der Trommel sichtbar), welche durch die Schraube χ' geklemmt werden kann; an dem Kreisende wird diese Schraube angezogen, an dem anderen Axenende gelüftet, so dass nur dieses der Ausdehnung und Zusammenziehung der Axe folgen kann.

Ueber das Mikrometer (vergl. den betr. Artikel) mag nur erwähnt werden, dass die Verschiebungen der beweglichen Fäden an den beiden Trommeln τ_1 und τ_2 gelesen werden; das Ocular ist mittels der Schrauben δ_1, δ_2 über das ganze Gesichtsfeld verschiebbar; h sind Handhaben zum Anfassen des Oculars; zur Bewegung des Fernrohres dient der Kreis P.

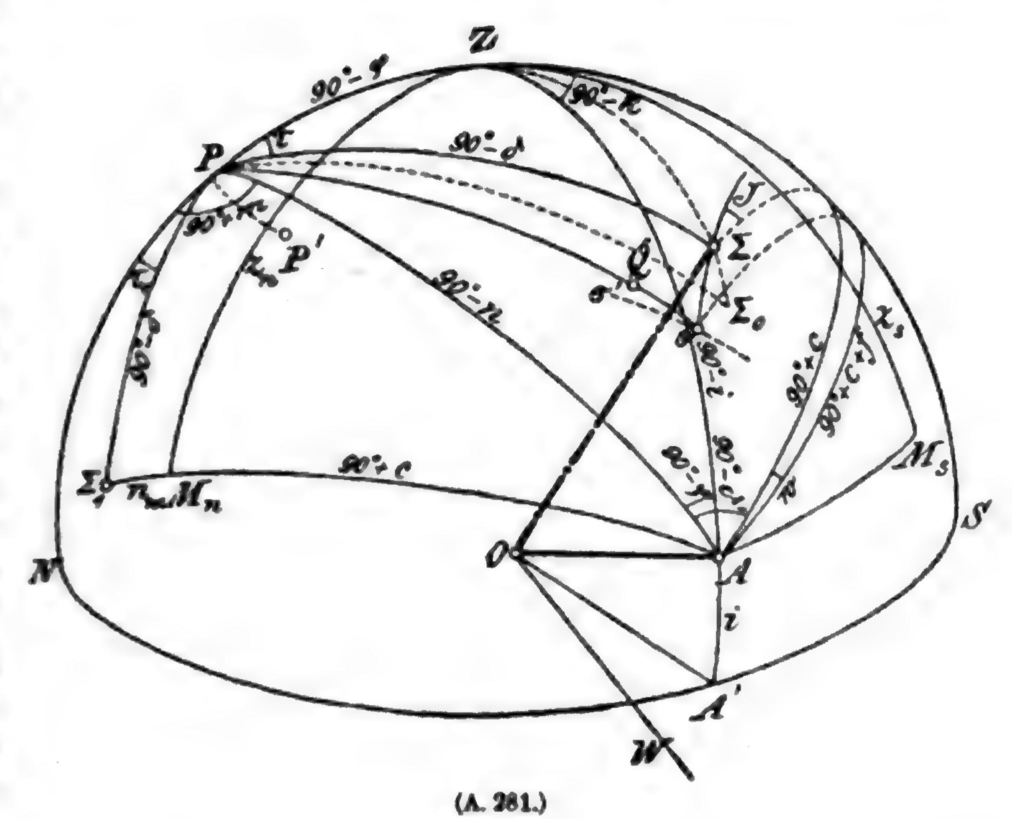
Das Niveau n_2 in der Röhre R befindet sich auf dem horizontalen, etwas vorwärts gerückten, ausgebogenen Arm des Gehänges m_2, um auch bei der Stellung des Fernrohres ins Nadir das Niveau lesen zu können; zum bequemen Aufsetzen und Abnehmen desselben dienen die Handhaben m_1 (rechts der obere, links der untere Theil sichtbar). Selbstverständlich ist hier auch die Libelle entlastet, worüber näheres im Artikel »Passageninstrument« nachzusehen ist.

Zur Umlegung des Instrumentes dient ein eigener Umlegebock, welcher auf Schienen unter das Instrument geführt wird. Im wesentlichen besteht derselbe aus einer sehr starken, und mit zahlreichen Windungen versehenen Schraube, welche oben zwei Arme trägt, die bei gehobener Schraube unter die Axe greifen, und das Instrument herausheben. Hebung und Senkung der Schraube erfolgt durch Drehung des mit dem Gerüste des Umlegebockes verbundenen Muttergewindes. Die Wirkung wird aus der Zeichnung des Passageninstrumentes ersichtlich, wenn man sich dort die Träger T, T durch einen horizontalen Arm verbunden, und in der Mitte auf der Schraube des Umlegebockes aufgesetzt denkt.

Die Beobachtungen mit dem Meridiankreise sind zunächst Durchgangsbeobachtungen zur Bestimmung von Rectascensionen, möge dieses eine Hauptaufgabe sein, wie Bestimmung von Fixsternpositionen, oder selbst einem andern Zwecke, z. B. der Bestimmung einer absoluten Rectascension aus den Beobachtungen der Sonne dienen. Da es sich hierbei um den Durchgang von Gestirnen durch den Meridian handelt, so ist zunächst erforderlich, dass das Instrument wirklich im Meridian aufgestellt sei, d. h. dass die Drehungsaxe desselben horizontal und von West nach Ost gerichtet ist. Diese theoretische Forderung wird nicht immer und nicht auf die Dauer zu erfüllen sein, aber eine genaue und fortwährende Berichtigung wird unnöthig, weil man die Fehler des Instrumentes bestimmen und in Rechnung ziehen kann. Da aber diese Fehler stets sehr klein erhalten werden müssen, wenn die Reduction einfach bleiben soll, so ist es nöthig, das Instrument so nahe als möglich zu berichtigen. Die nahe Horizontalstellung der Axe geschieht leicht mit dem Niveau (s. dieses). Die Einstellung des Instrumentes in den Meridian erfolgt am einfachsten so, dass man einen hellen Stern in der Nähe des Poles (am besten den zu jeder Tageszeit selbst in kleineren Instrumenten gut sichtbaren Polarstern) aufsucht, was des Nachts keine Schwierigkeiten hat, und ihn dann bis zu seiner oberen Culmination verfolgt, wenn man eine gut gehende Uhr zur Hand hat. Hat man jedoch keinen richtigen Uhrstand, was wohl nur bei ersten Aufstellungen auf grösseren Expeditionen vorkommen kann, so wird man den Polarstern im oberen und unteren Theil seines Paralleles beobachten; ist die Zeit zwischen dem

oberen und unteren Durchgange grösser (bezw. kleiner) als 12 Stunden, so weicht die Absehenlinie im Norden gegen Osten (bezw. Westen) ab, daher das westliche Axenende gegen Norden (bezw. Süden), wonach die Berichtigung vorgenommen werden kann. Man kann, wenn man dabei noch den Kreis abliest nach den Index so weit berichtigen, dass die Lesungen am Kreise zur Einstellung vollkommen ausreichen. Die noch übrigbleibenden Fehler können dann, wie später gezeigt wird, durch die Beobachtungen selbst bestimmt, und wenn dieselben noch zu gross sind, weiter berichtigt werden.

Sei nun in Fig. 281 NWS der Horizont, Z das Zenith, P der Nordpol des Aequators, demnach N der Nordpunkt, W der 90° davon entfernte Westpunkt, daher OW die theoretisch geforderte Richtung der Umdrehungsaxe des Fernrohres, und ist diese OA, in dem Verticalkreise ZAA' gelegen, so ist $WA' = k$ das Azimuth des Instrumentes (positiv, wenn das westliche Axenende gegen Süden abweicht) und $AA' = i$ die Neigung der Axe (positiv, wenn das westliche Axenende das höhere ist). Die Absehenlinie des Fernrohres, welche auf der Umdrehungsaxe senkrecht stehen soll, wird dann einen grössten Kreis beschreiben, der nicht mit dem Meridian PZS zusammenfällt; wenn aber die Absehenlinie $O\Sigma$ nicht senkrecht auf OA steht, sondern einen Winkel $90°+c$ mit der Axe einschliesst, wobei c der Collimationsfehler des Instrumentes ist (positiv, wenn der Winkel zwischen dem westlichen Axenende und der gegen das Objectiv hin gezogenen Visirlinie grösser als 90° ist), so wird der Stern Σ am Kreuzungspunkt der Fäden ausserhalb des Meridians erscheinen, und man muss zur beobachteten Zeit den Stundenwinkel τ (positiv, wenn östlich) hinzufügen, um die Durchgangszeit durch den Meridian zu erhalten.



(A. 281.)

Ist u die Uhrzeit der Beobachtung, x der Stand der Uhr gegen Sternzeit, also $u + x$ die Sternzeit der Beobachtung, so wird

$$u + x + \tau = \alpha. \tag{1}$$

Um τ aus den Grössen k, i, c zu bestimmen, wird es am einfachsten, die Aequatorcoordinaten des westlichen Axenendes einzuführen. Ist $90° - m$ der westliche Stundenwinkel (also m positiv, wenn das Axenende gegen Süden verschoben ist), und n die Deklination (positiv, wenn nördlich) des westlichen Axenendes, so hat man aus dem Dreiecke PZA sofort:

$$\begin{aligned} \sin n &= \sin\varphi \sin i - \cos\varphi \cos i \sin k \\ \cos n \sin m &= \cos\varphi \sin i + \sin\varphi \cos i \sin k \\ \cos n \cos m &= \cos i \cos k, \end{aligned} \tag{2}$$

wobei φ die Polhöhe des Beobachtungsortes ist. Nun folgt aus dem Dreiecke $AP\Sigma$ für einen Stern, dessen Deklination δ ist:

$$-\sin c = \sin n \sin\delta + \cos n \cos\delta \sin(m - \tau); \tag{3}$$

Diese Formel giebt:

$$\frac{\sin(\tau - m)}{\cos m} = \frac{\tang n \tang\delta}{\cos m} + \frac{\sin c \sec\delta}{\cos n \cos m}. \tag{4}$$

Substituirt man hier die aus (2) folgenden Werthe für $\tang m$, $\tang n \sec m$ und $\cos m \cos n$, so erhält man

$$\sin\tau - \cos\tau \frac{\sin i \cos\varphi + \cos i \sin\varphi \sin k}{\cos i \cos k} = \frac{\sin i \sin\varphi - \cos i \cos\varphi \sin k}{\cos i \cos k} \tang\delta + \frac{\sin c \sec\delta}{\cos i \cos k}.$$

Da aber für alle Winkel α bis $\alpha = 17'$: $\sec\alpha = 1$, $\tang\alpha = \sin\alpha = \alpha$ auf 5 Decimalen ist, so folgt hieraus:

$$\sin\tau - (1 - 2\sin^2\tfrac{1}{2}\tau)(i\cos\varphi + k\sin\varphi) = (i\sin\varphi - k\cos\varphi)\tang\delta + c\sec\delta$$

$$\sin\tau + 2\sin^2\tfrac{1}{2}\tau(i\cos\varphi + k\sin\varphi) = i\frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos\delta} + k\frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\delta} + c\sec\delta.$$

Der Werth auf der rechten Seite kann nie grösser werden, als $(i + k + c)\sec\delta$; für $i = k = \pm 30''$, $c = \pm 10''$, $\cos\delta = 0{\cdot}01$, wofür $\delta = 89^\circ 25'{\cdot}6$ ist, wird $(i + k + c)\sec\delta$ nahe $1^\circ 57'$, womit die Correction $2\sin^2\frac{1}{2}\tau(i\cos\varphi + k\sin\varphi)$ zu vernachlässigen ist, da der stets grössere Werth $2\sin^2\frac{1}{2}\tau(i + k)$ hierfür erst $0''{\cdot}035$ wird. Es ist daher stets hinreichend genau:

$$\frac{\sin\tau}{arc\,1''} = i\frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos\delta} + k\frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\delta} + c\sec\delta. \tag{5}$$

Für polnahe Sterne kann τ wegen des Nenners $\cos\delta$ beträchtlich werden; setzt man

$$\Delta\tau = \tau - \frac{\sin\tau}{arc\,1''} \tag{6}$$

so erhält man die MAYER'sche Formel:

$$\tau = i\frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos\delta} + k\frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\delta} + c\sec\delta + \Delta\tau. \tag{7}$$

Denkt man sich i, k, c in Zeitsecunden ausgedrückt, so erhält man τ sofort in Zeitsecunden; $\Delta\tau$ wird nur für Polsterne merklich und kann für diese mit dem Argumente τ (wobei in erster Näherung $\Delta\tau$ vernachlässigt wird) der folgenden Tafel entnommen werden:

τ	$\tau^s - \frac{\sin\tau}{arc\,1^s}$	τ	$\tau^s - \frac{\sin\tau}{arc\,1^s}$	τ	$\tau^s - \frac{\sin\tau}{arc\,1^s}$	τ	$\tau^s - \frac{\sin\tau}{arc\,1^s}$	τ	$\tau^s - \frac{\sin\tau}{arc\,1^s}$
$0^h\ 0^m$	$0^s{\cdot}00$	$0^h\ 14^m$	$0^s{\cdot}52$	$0^h\ 28^m$	$4^s{\cdot}18$	$0^h\ 42^m$	$14^s{\cdot}08$	$0\ \ 56^m$	$33^s{\cdot}33$
1	0·00	15	0·64	29	4·64	43	15·11	57	35·15
2	0·00	16	0·78	30	5·14	44	16·19	58	37·03
3	0·00	17	0·93	31	5·67	45	17·32	0 59	38·97
4	0·01	18	1·11	32	6·23	46	18·49	1 0	40·98
5	0·02	19	1·30	33	6·83	47	19·72	1	43·06
6	0·04	20	1·52	34	7·47	48	21·01	2	45·21
7	0·07	21	1·76	35	8·15	49	22·35	3	47·43
8	0·10	22	2·03	36	8·87	50	23·74	4	49·71
9	0·14	23	2·32	37	9·63	51	25·19	5	52·07
10	0·19	24	2·63	38	10·43	52	26·70	6	54·51
11	0·25	25	2·97	39	11·28	53	28·27	7	57·02
12	0·33	26	3·34	40	12·17	54	29·90	8	59·60
13	0·42	27	3·75	41	13·10	55	31·58	9	62·26
14	0·52	28	4·18	42	14·08	56	33·33	10	65·00

Der Voraussetzung nach gilt Formel (7) für die obere Culmination von Gestirnen; für die untere Culmination Σ_1 folgt aus dem Dreiecke $PA\Sigma_1$:

$$-\sin c = \sin n \sin \delta + \cos n \cos \delta \sin (\tau_1 - m)$$

und mit Rücksicht auf (2), wenn der Index bei τ_1 weggelassen wird:

$$\tau = i \frac{\cos(\varphi + \delta)}{\cos \delta} + k \frac{\sin(\varphi + \delta)}{\sin \delta} - c \sec \delta + \Delta\tau. \tag{7a}$$

Legt man das Instrument in den Lagern um, so wird, wenn i wieder positiv für die Erhöhung des westlichen Axenendes ist, da jetzt der Winkel der Collimationslinie mit dem westlichen Axenende $90° - c$ ist, in den bisherigen Formeln nur c mit $-c$ zu vertauschen sein; man hat daher, wenn die Formeln (7) und (7a) für den Fall K. W. gelten, also c positiv ist, wenn die Collimationslinie mit dem Kreisende den Winkel $90° + c$ bildet:

	Obere Culmination	Untere Culmination	
für K. W.:	$\alpha = u + x + iJ_o + kK_o + c_w \sec \delta$	$\alpha = u + x + iJ_u + kK_u - c_w \sec \delta$	(I)
„ K. O.:	$\alpha = u + x + iJ_o + kK_o + c_o \sec \delta$	$\alpha = u + x + iJ_u + kK_u - c_o \sec \delta,$	

wobei Kürze halber $\Delta\tau$ weggelassen wurde. Dabei ist:

für obere Culmination	untere Culmination		
$J_o = \frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos \delta}$	$J_u = \frac{\cos(\varphi + \delta)}{\cos \delta}$	$J_o + J_u = 2 \cos \varphi$	(Ia)
$K_o = \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos \delta}$	$K_u = \frac{\sin(\varphi + \delta)}{\cos \delta}$	$K_o + K_u = 2 \sin \varphi.$	

Nach dem obigen wäre weiter noch $c_w = + c$, $c_o = - c$. Nun ist aber für α die wahre Rectascension des Gestirnes zu verwenden; die Präcession, Nutation und jährliche Aberration werden bei den Sternephemeriden stets berücksichtigt; die tägliche Aberration ist jedoch von der Polhöhe abhängig und muss für jeden Beobachtungsort speciell berechnet werden; sie ist für Meridianbeobachtungen (vergl. den I. Bd., pag. 170) $\pm 0''\cdot320 \cos \varphi \sec \delta$, wo das positive Zeichen für obere, das negative für untere Culmination gilt, und man hat daher links $\alpha \pm 0''\cdot320 \cos \varphi \sec \delta$ zu setzen. Versteht man daher unter α die scheinbare, mit Präcession, Nutation und jährlicher Aberration behaftete Rectascension, und bringt die tägliche Aberration auf die rechte Seite, so vereinigt sich dieses Glied mit dem von c abhängigen und man hat

$$\begin{aligned} &\text{für Kreis West} \quad c_w = + c - 0^s\cdot021 \cos \varphi \\ &\text{für Kreis Ost} \quad c_o = - c - 0^s\cdot021 \cos \varphi, \end{aligned} \tag{Ib}$$

wobei das Zusatzglied $0^s\cdot021 \cos \varphi$ für jede Sternwarte (gegebenes φ) constant ist.

Unter der Voraussetzung kleiner Instrumentalfehler nimmt die Formel (3) durch Vertauschung der kleinen Winkel mit den Bogen die Form an:

$$-c = n \sin \delta + (m - \tau) \cos \delta,$$

und man erhält die Bessel'sche Formel

$$\tau = m + n \tang \delta + c \sec \delta, \tag{8}$$

folglich

	Obere Culmination	Untere Culmination	
K. W.:	$\alpha = u + x + m + n \tang \delta + c_w \sec \delta$	$\alpha = u + x + m - n \tang \delta - c_w \sec \delta$	(II)
K. O.:	$\alpha = u + x + m + n \tang \delta + c_o \sec \delta$	$\alpha = u + x + m - n \tang \delta - c_o \sec \delta.$	

In diesen Formeln tritt aber ein direkt leicht zu bestimmender Instrumentalfehler, die Neigung, nicht auf; da aber aus (2):

$$n = i \sin\varphi - k \cos\varphi$$
$$m = i \cos\varphi + k \sin\varphi \qquad (2a)$$

und hieraus

$$m = i \sec\varphi - n \tang\varphi \qquad (9)$$

ist, so folgt durch Substitution von (9) in (8) die HANSEN'sche Formel:

$$\tau = i \sec\varphi + n(\tang\delta - \tang\varphi) + c \sec\delta, \qquad (10)$$

folglich

	Obere Culmination	Untere Culmination
K. W.:	$\alpha = u + x + i\sec\varphi + nN_o + c_w \sec\delta$	$\alpha = u + x + i\sec\varphi + nN_u - c_w \sec\delta$
K. O.:	$\alpha = u + x + i\sec\varphi + nN_o + c_o \sec\delta$	$\alpha = u + x + i\sec\varphi + nN_u - c_o \sec\delta.$
	$N_o = +(\tang\delta - \tang\varphi)$	$N_u = -(\tang\delta + \tang\varphi).$

(III)

Die Beobachtung der Durchgangszeit an einem einzigen Faden ist keineswegs für genaue Beobachtungen ausreichend; man zieht deshalb auf der Fadenplatte mehrere parallele Fäden, ein Fadennetz auf, und schliesst aus der bekannten Fadendistanz auf die Zeit, welche ein Stern braucht, um von einem festen Seitenfaden auf den Mittelfaden zu kommen: man reducirt die Antritte an den Seitenfäden auf den Mittelfaden. Unter der Entfernung zweier Punkte der Fadenplatte versteht man dabei den Winkel, den die von ihnen zu dem vorderen Knotenpunkte des Objectives gezogenen Geraden einschliessen, welcher gleich ist dem Winkel, den die vom hinteren Knotenpunkte zu jenen Objecten gezogenen Geraden einschliessen, deren Bilder eben an den beiden Punkten der Brennebene auftreten. Für einen Faden, der sich im Abstande f östlich vom Mittelfaden befindet, d. h. der bei der oberen Culmination eines Gestirnes vor dem Mittelfaden passirt wird[1]), ist der Winkel, welchen die Visirlinie mit der Drehungsaxe macht $90° + c + f$, woraus folgt, dass sich für diesen die Reduction auf den Meridian $\tau + t$ ergiebt, wenn man in Formel (3) $c + f$ an Stelle von c setzt. Es ist also:

$$-\sin(c + f) = \sin n \sin\delta + \cos n \cos\delta \sin(m - \tau - t). \qquad (11)$$

Subtrahirt man diese Gleichung von (3), so erhält man

$$2 \sin\tfrac{1}{2}t \cos(\tfrac{1}{2}t + \tau - m) = \sin f \sec\delta$$

und daraus

$$\begin{aligned}\sin f \sec\delta &= 2\sin\tfrac{1}{2}t[\cos\tfrac{1}{2}t\cos(\tau - m) - \sin\tfrac{1}{2}t\sin(\tau - m)]\\ &= 2\sin\tfrac{1}{2}t[\cos\tfrac{1}{2}t\{1 - 2\sin^2\tfrac{1}{2}(\tau - m)\} - 2\sin\tfrac{1}{2}t\sin\tfrac{1}{2}(\tau - m)\cos\tfrac{1}{2}(\tau - m)]\\ &= \sin t - 4\sin\tfrac{1}{2}t\sin\tfrac{1}{2}(\tau - m)\sin\tfrac{1}{2}[t + (\tau - m)].\end{aligned}$$

Für $\delta = 89°$, $f = 18'$, $\tau = 50'$, $m = \pm 30''$ wird das Correctionsglied 0·000644 bezw. 0·000632, während es mit Vernachlässigung von m 0·000638 wird; man kann daher dieses Correctionsglied einfach schreiben $4\sin\frac{1}{2}t\sin\frac{1}{2}\tau\sin\frac{1}{2}(t+\tau)$ und da für kleine Werthe von x: $\sin(t + x) = \sin t + x\cos t$ ist, so wird

$$\sin f \sec\delta = \sin(t + x) \qquad (12)$$
$$x = -\frac{4\sin\frac{1}{2}t\sin\frac{1}{2}\tau\sin\frac{1}{2}(t+\tau)}{\cos t \operatorname{arc} 1''}.$$

t und τ selbst werden nur erheblich bei Sternen in der Nähe des Poles, oder wenn das Instrument nicht sehr genau im Meridian steht; für $t < 5^m$, $\tau < 20^s$ wird x noch verschwinden, und selbst für $t = 10^m$, $\tau = 40^s$ wird x noch ver-

[1]) Der Faden liegt dann auf der Fadenplatte eigentlich westlich, aber die Verlängerung der Visirlinie trifft die Himmelskugel in einem Punkte, der östlich von der Collimationslinie liegt.

vernachlässigt werden können; es ist daher für Sterne, deren Deklination hinreichend klein ist[1])

$$\sin t = \sin f \sec \delta. \tag{13}$$

Für grössere t und τ kann man die folgende Tafel benutzen, welche x mit den Argumenten t und τ giebt:

τ \ t	-4^m	-3^m	-2^m	-1^m	0^m	$+1^m$	$+2^m$	$+3^m$	$+4^m$
-50^m	$+6^s \cdot 29$	$+4^s \cdot 63$	$+3^s \cdot 04$	$+1^s \cdot 51$	$0^s \cdot 00$	$-1^s \cdot 43$	$-2^s \cdot 82$	$-4^s \cdot 11$	$-5^s \cdot 36$
-40	$+4·07$	$+2·98$	$+1·94$	$+0·95$	$0·00$	$-0·90$	$-1·76$	$-2·57$	$-3·33$
-30	$+2·35$	$+1·71$	$+1·10$	$+0·53$	$0·00$	$-0·50$	$-0·97$	$-1·40$	$-1·79$
-20	$+1·10$	$+0·79$	$+0·50$	$+0·24$	$0·00$	$-0·22$	$-0·41$	$-0·58$	$-0·73$
-10	$+0·32$	$+0·22$	$+0·14$	$+0·06$	$0·00$	$-0·05$	$-0·09$	$-0·12$	$-0·14$
0	$0·00$	$0·00$	$0·00$	$0·00$	$0·00$	$0·00$	$0·00$	$0·00$	$0·00$
$+10$	$+0·14$	$+0·12$	$+0·09$	$+0·05$	$0·00$	$-0·06$	$-0·14$	$-0·22$	$-0·32$
$+20$	$+0·73$	$+0·58$	$+0·41$	$+0·22$	$0·00$	$-0·24$	$-0·50$	$-0·79$	$-1·10$
$+30$	$+1·79$	$+1·40$	$+0·97$	$+0·50$	$0·00$	$-0·53$	$-1·10$	$-1·71$	$-2·35$
$+40$	$+3·33$	$+2·57$	$+1·76$	$+0·90$	$0·00$	$-0·95$	$-1·94$	$-2·98$	$-4·07$
$+50$	$+5·36$	$+4·11$	$+2·82$	$+1·43$	$0·00$	$-1·51$	$-3·04$	$-4·63$	$-6·29$

Der so erhaltene Werth von t bedarf in aller Strenge noch einer Correction wegen Refraction; der Stundenwinkel τ (Fig. 281) giebt nämlich die Zeit, welche der Stern braucht, um in den Meridian zu kommen, wenn Σ sein wahrer Ort ist; da aber der Stern in Folge der Refraction stets gehoben erscheint, so wird, wenn er den Faden passirt, sein wahrer Ort in dem Verticalkreise $Z\Sigma$ in grösserer Zenithdistanz Σ_0 sein, und der Winkel $ZP\Sigma_0 = \tau_0$ ist sein wahrer Stundenwinkel, d. h. die Zeit, welche er braucht, um vom Momente der Sichtbarkeit am Faden in den Meridian zu kommen. Nun hat man aus den sphärischen Dreiecken $ZP\Sigma$, $ZP\Sigma_0$:

$$\sin PZ\Sigma = \sin PZ\Sigma_0 = \frac{\sin\tau \cos\delta}{\sin z} = \frac{\sin\tau_0 \cos\delta_0}{\sin z_0},$$

wenn scheinbare und wahre Zenithdistanz mit z und z_0 und die wahre Deklination mit δ_0 bezeichnet werden; hieraus folgt:

$$\sin\tau_0 = \sin\tau \frac{\cos\delta}{\cos\delta_0} \frac{\sin z_0}{\sin z}.$$

Da nun, wenn man sich auf die mittlere Refraction beschränkt, was hier völlig ausreichend ist:

$$z_0 = z + k \tang z$$

ist, so wird

$$\frac{\sin z_0}{\sin z} = \frac{\sin z + k \tang z \cos z}{\sin z} = 1 + k \arc 1''$$

oder, da $k = 57''·5$ ist:

$$\sin\tau_0 = \sin\tau \frac{\cos\delta}{\cos\delta_0} 1·00028.$$

Bei der Reduction auf den Meridian kann diese Correction mit Rücksicht auf den geringen Betrag der Instrumentalfehler vernachlässigt werden; da aber dieselbe Gleichung auch für $\tau + t$ gilt, so hat man ebenso:

[1]) Die Fadendistanzen und damit die Reductionen auf den Mittelfaden für gegebene Deklinationen bleiben bis auf die Correction x constant, so lange die Fadenplatte nicht geändert oder verschoben ist.

$$\sin(t_0 + \tau_0) = \sin(t + \tau)\frac{\cos\delta}{\cos\delta_0}\cdot 1\cdot00028;$$

vernachlässigt man hier τ_0 und τ, so folgt mit Rücksicht auf (13):

$$\sin t_0 = \sin f \sec\delta_0 \cdot 1\cdot00028,$$

wofür man auch, da die Fadendistanzen f (nicht aber t) stets mässige Werthe sind:

$$\sin t_0 = \sin f_0 \sec\delta_0; \quad f_0 = 1\cdot00028 f, \tag{14}$$

also eine mit (13) identische Formel erhält. Die Fadendistanzen können aus Beobachtungen von Sternen selbst bestimmt werden; beobachtet man eine grössere Anzahl von Sterndurchgängen an den einzelnen Fäden, so wird jeder Stern aus dem beobachteten t einen Werth von f geben; benutzt man hierzu die Formel (13), so erhält man hieraus gemäss Formel (14) f_0, und dann $f = f_0 : 1\cdot00028$; um diese Werthe wieder zur Reduction auf den Mittelfaden zu verwenden, muss wieder $1\cdot00028 f$ gebildet werden; hieraus folgt, dass man die nach Formel (13) berechneten Fadendistanzen f unmittelbar ohne Rücksicht auf den Refractionsfaktor 1·00028 zur Reduction auf den Mittelfaden mit Benutzung der wahren Deklination des Sternes verwenden kann; nur sind die erhaltenen Fadendistanzen nicht die wahren, sondern die wegen Refraction veränderten.

Man kann aber die Fadenintervalle auch nach GAUSS direkt durch ein Winkelmessinstrument bestimmen. Da nämlich die von Punkten aus der Brennebene eines Objectivs kommenden Strahlen parallel austreten, und die Richtung derselben für den von zwei verschiedenen Punkten eingeschlossenen Winkel bestimmend sind, so kann man diese Winkel mittels des auf das Fernrohr collimirten Fernrohres eines Universalinstrumentes ermitteln. Die so erhaltenen Werthe sind aber die wahren, und sollen dieselben mit den aus Fixsternbeobachtungen abgeleiten vereinigt werden, so müssen sie mit 1·00028 multiplicirt werden.

Zu erwähnen ist noch, dass in Folge der verschiedenen Ausdehnung der Fadenplatte und des Fernrohres durch Temperaturänderungen, sowie durch die veränderte Brechkraft des Objectivs die Fadenintervalle mit der Temperatur etwas veränderlich sind, und als Functionen der Temperatur in der Form $f_0 + \varphi(t - t_0)$ durch Beobachtungen bei verschiedenen Temperaturen bestimmt werden können.

Da man den absoluten Parallelismus der Fäden nicht verbürgen kann, und durch eine Abweichung in dieser Beziehung die Distanzen an verschiedenen Punkten verschieden werden, so ist stets noch ein die Fäden senkrecht schneidender Faden oder besser noch ein Fadenpaar gespannt, längs dessen die Sterne beobachtet werden; die Distanzen der »Verticalfäden« beziehen sich dann auf jene Punkte, welche zwischen dem horizontalen Doppelfaden liegen.

Bei der Beobachtung von Planeten und namentlich beim Monde ist es nothwendig, auf die Eigenbewegung und Parallaxe, und da man nur die Ränder beobachten kann, auf den Halbmesser des Gestirnes Rücksicht zu nehmen. Ist h' der scheinbare Halbmesser des Gestirnes, so wird, wenn der erste oder zweite (vorangehende bezw. folgende) Rand an einem östlichen Seitenfaden beobachtet wird, dessen Distanz vom Mittelfaden f ist, der Mittelpunkt des Gestirnes vom Mittelfaden $f \pm h'$ sein; die Beobachtung des Randes an diesem Seitenfaden ist daher identisch mit der Beobachtung des Mittelpunktes an einem Faden, dessen Distanz vom Mittelfaden $f \pm h'$ ist; man hat daher in Formel (11) $f \pm h'$ statt f zu setzen, wo das positive Zeichen sich auf die Beobachtung des ersten, das negative auf die Beobachtung des zweiten Randes bezieht. t, τ,

δ bedeuten aber nunmehr Stundenwinkel und Deklination vom Beobachtungsort aus gesehen, während man aus der Ephemeride die geocentrische Deklination entnimmt, und zur Reduction den geocentrischen Stundenwinkel braucht; hat das Gestirn überdiess eine Eigenbewegung entgegengesetzt der täglichen Bewegung, und ist diese λ gleich der Bewegung des Gestirnes in 1^s Sternzeit, ausgedrückt in Zeitsecunden, so ist die Zeit, welche das Gestirn braucht, um den geocentrischen Stundenwinkel s zu durchlaufen $\frac{s}{1-\lambda}$; ist $\Delta\alpha_0$ die Aenderung der Rectascension des Gestirnes in 24^h Sternzeit, so ist $\lambda = \frac{\Delta\alpha_0}{86400}$; in den Ephemeriden findet man aber die Aenderung $\Delta\alpha$ in 24 Stunden mittlerer Zeit, und da $\Delta\alpha_0 = \Delta\alpha \times 0{\cdot}9972693$ ist, so ist:

$$\lambda = \frac{0{\cdot}9972693}{86400}\,\Delta\alpha = (5{\cdot}0622988-10)\Delta\alpha.$$

Zum Uebergange von den Grössen α', δ', τ' für einen Beobachtungsort, dessen geocentrische Breite φ' und dessen Radiusvector ρ ist, auf die geocentrischen Grössen α, δ, τ hat man (s. Parallaxe):

$$\Delta' \cos\delta' \cos\alpha' = \Delta \cos\delta \cos\alpha - \rho \cos\varphi' \cos\theta$$
$$\Delta' \cos\delta' \sin\alpha' = \Delta \cos\delta \sin\alpha - \rho \cos\varphi' \sin\theta$$
$$\Delta' \sin\delta' = \Delta \sin\delta - \rho \sin\varphi'$$

wo Δ die geocentrische Entfernung des Himmelskörpers, Δ' seine Entfernung vom Erdorte aus, und θ die Sternzeit der Beobachtung ist. Hieraus erhält man durch Multiplikation der ersten beiden mit $+\sin(\theta - x)$, $+\cos(\theta - x)$ und Addition, für einen beliebigen Winkel x:

$$\Delta' \cos\delta' \sin(\tau' - x) = \Delta \cos\delta \sin(\tau - x) + \rho \cos\varphi' \sin x.$$

Aus der Formel

$$-\sin(c + f \pm h') = \sin n \sin\delta' + \cos n \cos\delta' \sin(m - \tau' - t')$$

erhält man durch Multiplikation mit Δ' und Ersetzen der scheinbaren Grössen durch die geocentrischen:

$$\Delta' \sin(c + f \pm h') =$$
$$= -\Delta \sin n \sin\delta + \Delta \cos n \cos\delta \sin(\tau + t - m) + \rho \sin\varphi' \sin n + \rho \cos\varphi' \cos n \sin m =$$
$$= -\Delta[\sin n \sin\delta - \cos n \cos\delta \sin(\tau + t - m)] + \rho(\sin n \sin\varphi' + \cos n \cos\varphi' \sin m).$$

Da aber

$$\rho \sin\varphi' = \frac{a(1-\varepsilon^2)\sin\varphi}{\sqrt{1-\varepsilon^2 \sin^2\varphi}}; \quad \rho\cos\varphi' = \frac{a\cos\varphi}{\sqrt{1-\varepsilon^2\sin^2\varphi}}$$

ist, wenn φ die geographische Breite, a und ε grosse Halbaxe und Excentricität des Erdsphäroides bedeuten, so ist:

$$\rho(\sin n \sin\varphi' + \cos n \cos\varphi' \sin m) = \frac{a}{\sqrt{1-\varepsilon^2\sin^2\varphi}}\left\{(1-\varepsilon^2)\sin n \sin\varphi + \cos n \sin m \cos\varphi\right\}.$$

Aus dem Dreiecke ZPA (Fig. 281) folgt aber

$$\sin i = \sin n \sin\varphi + \cos n \cos\varphi \sin m,$$

daher

$$\Delta' \sin(c + f \pm h') = \Delta[-\sin n \sin\delta + \cos n \cos\delta \sin(\tau + t - m)] + a\frac{\sin i - \varepsilon^2 \sin n \sin\varphi}{\sqrt{1-\varepsilon^2\sin^2\varphi}}.$$

Dividirt man durch Δ, beachtet dass $a:\Delta = \sin\pi$ gleich dem Sinus der Aequatoreal-Horizontalparallaxe ist, und vernachlässigt das Produkt $\varepsilon^2 \sin n \sin\pi$ und das selbst beim Monde für ein mässig gut rectificirtes Instrument unmerkliche Produkt $\sin i \sin\pi$, so folgt

$$\frac{\Delta'}{\Delta} sin(c + f \pm h') = - sin\, n\, sin\, \delta + cos\, n\, cos\, \delta\, sin(\tau + t - m).$$

Identificirt man die Sinus der kleinen Winkel mit den Bögen, so wird jetzt:

$$\frac{\Delta'}{\Delta}(c + f \pm h') = - n\, sin\, \delta + (\tau + t - m) cos\, \delta.$$

Die Reductionen auf den Mittelfaden t_0, bezw. auf den Meridian τ_0 sind nach dem Früheren $t:(1-\lambda)$ und $\tau:(1-\lambda)$, und da für $f = 0$ auch $t = 0$ wird, so ist für den Mittelfaden

$$\frac{\Delta'}{\Delta}(c \pm h') = - n\, sin\, \delta + (\tau - m) cos\, \delta,$$

daher die Reductionen t_0 und τ_0, wenn man noch den geocentrischen Halbmesser h, also

$$\frac{\Delta'}{\Delta} = 1 - \rho\, sin\, \pi\, cos(\varphi' - \delta); \qquad \frac{\Delta'}{\Delta} h' = h$$

einführt, gegeben durch:

$$t_0 = \frac{f[1 - \rho\, sin\, \pi\, cos(\varphi' - \delta)]}{(1-\lambda) cos\, \delta}$$
$$\tau_0 = \frac{m + n\, tang\, \delta + c\, sec\, \delta}{1 - \lambda} \pm \frac{h\, sec\, \delta}{1 - \lambda}, \tag{15}$$

wobei in der letzten Formel noch das Glied $\rho\, cos(\varphi' - \delta) \cdot c\, sin\, \pi$ weggelassen wurde. Die Logarithmen der Functionen $A = \frac{1}{1 - \rho\, sin\, \pi\, cos(\varphi' - \delta)}$ und $B = (1 - \lambda)$ können für den Mond tabulirt werden, der zweite Faktor direkt mit dem Argumente $\Delta\alpha$. Hat man nur wenige Seitenfäden auf den Mittelfaden zu reduciren, so wird man die Fadenreduction nach der Formel $t_0 = f: AB\, cos\, \delta$ rechnen; hat man jedoch eine grössere Anzahl von Fäden, und hat man eine Tafel, welche die Fadenreductionen für die verschiedenen Deklinationen giebt, so wird man die Deklination δ_1 nach der Formel $cos\, \delta_1 = AB\, cos\, \delta$ bestimmen (was immer möglich ist, da $log\, A$ zwischen 0·001 und 0·007, $log\, B$ aber zwischen 9·991 und 9·978 variirt) und mit der Deklination δ_1 die Fadenreduction aus der bezüglichen Tafel entnehmen.

Die nächste Aufgabe ist nun die Bestimmung der Zeit, d. h. die Bestimmung der Uhrkorrection x[1]); diese Aufgabe, die gleichzeitig mit der Bestimmung der Instrumentalfehler i, c, k gelöst wird, kann deshalb hier betrachtet werden.

Die Neigung wird durch das Niveau bestimmt, und kann als bekannt angesehen werden. Der Collimationsfehler kann durch Beobachten eines sehr entfernten terrestrischen Objectes in beiden Kreislagen rectificirt, und mittels eines Mikrometerfadens auch bestimmt werden (s. die Formeln IV und V)[2]). Aus Sternbeobachtungen erhält man ihn durch Beobachtung desselben Sternes in beiden Kreislagen. Da nämlich $c_w - c_o = 2c$ ist, so folgt aus I:

$$0 = (u_w + x_w + i_w J + k_w K) - (u_o + x_o + i_o J + k_o K) \pm 2c\, sec\, \delta,$$

wo die mit dem Index w bezeichneten Grössen sich auf Beobachtungen von K. W. (Kreis West), die mit dem Index o bezeichneten auf K. O. (Kreis Ost) be-

[1]) Ueber die Bedeutung der Bezeichnungen »Uhrstand« oder »Uhrcorrection« und »Uhrgang«, s. den Artikel »Zeitbestimmung«.

[2]) Man kann diesen Mikrometerfaden auch zur Bestimmung der Fadendistanzen verwenden, und auf diese Art gleichzeitig den Werth einer Schraubenrevolution der Mikrometerschraube erhalten.

neben, und das obere oder untere Zeichen zu nehmen ist, je nachdem man einen Stern in der oberen oder unteren Culmination beobachtet hat. Aehnliche Formeln folgen aus II und III. Beim Umlegen muss auch hier die möglichste Sorgfalt verwendet werden; man kann dann dabei auf eine nahe völlige Constanz des Azimuthes rechnen, wenn auch die Neigung kleinen Schwankungen ausgesetzt sein sollte; diese letzteren kann man bestimmen, während $k_w - k_o = 0$ sein wird; aus diesem Grunde ist die MAYER'sche Formel hier vorzuziehen, da eine Aenderung der Neigung selbst bei constantem k sowohl m als n beeinflussen wird.

Für diese Beobachtungen kann man aber nur Polsterne verwenden, da die Bewegung der dem Aequator näheren Sterne viel zu rasch ist, um während ihrer Durchgänge umlegen zu können. Man beobachtet daher den Durchgang eines Polsternes (z. B. α Ursae minoris zu irgend einer Tageszeit) an einer Reihe von Fäden, erhält dann durch Reduction auf den Mittelfaden die Uhrzeit u_w, ebenso nach dem Umlegen (wobei aber zu beachten ist, dass der Stern jetzt dieselben Fäden wie früher, nur in umgekehrter Ordnung passirt, weil die früher östlichen Fäden nach dem Umlegen westlich vom Mittelfaden liegen) die Zeit u_o; wird diese wenn nöthig wegen des Uhrganges in der Zwischenzeit, welcher immer genähert bekannt ist, corrigirt, so wird auch $x_w = x_o$ anzunehmen sein, und dann ist

$$c = \mp \tfrac{1}{2}\left[(u_w + i_w J) - (u_o + i_o J)\right] \cos\delta. \tag{16}$$

Azimuth und Uhrstand werden dann gleichzeitig aus zwei Sternen bestimmt, für welche die Coefficienten K möglichst verschieden sind. Man hat für

Zwei Sterne in oberer Culmination	Ein Stern in oberer, ein Stern in unterer Culmination
$\alpha - (u + i J_o + c \sec\delta) = \beta = x + kK_o$	$\alpha - (u + iJ_o + c \sec\delta) = \beta = x + kK_o$
$\alpha' - (u' + i' J_o' + c \sec\delta') = \beta' = x + kK_o'$	$\alpha' - (u' + i' J_u' - c \sec\delta') = \beta' = x + kK_u'$, (17)

wobei c an Stelle von c_w, c_o gesetzt ist, da die Rechnung für beide Kreislagen identisch wird. Man hat hier zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten, aus denen sich x und k bestimmen lassen. Beobachtet man eine grössere Zahl von Sternen, so wird man x und k nach der Methode der kleinsten Quadrate ermitteln; erstreckt sich die Beobachtung über mehrere Stunden, so wird es wegen der im Laufe eines Tages immer stattfindenden Drehung der Pfeiler zweckmässig, $k = k_0 + \varkappa t$ zu setzen, wo k_0 das Azimuth für eine gewisse Epoche und wenn t in Stunden ausgedrückt ist, $\varkappa$ die stündliche Aenderung des Azimuthes bedeutet. Ebenso wird es gut, $x = x_0 + \xi t$ zu setzen, und ξ aus diesen Beobachtungen selbst zu bestimmen, da erfahrungsgemäss der Gang der Uhr bei Tag und Nacht etwas verschieden ist; der aus Zeitbestimmungen verschiedener Tage erhaltene Gang weicht daher in der Regel von dem hier erhaltenen etwas ab, und reicht zur Reduction angeschlossener Beobachtungen meist nicht aus.

Aus den Gleichungen (17) folgt:

$$k = \frac{\beta - \beta'}{K_o - K_o'} \qquad \text{bezw.} \qquad k = \frac{\beta - \beta'}{K_o - K_u'}.$$

Die Sicherheit der Azimuthbestimmung wird um so grösser, je grösser der Nenner ist; denn da k einen besimmten Werth hat, so wird dann auch der Zähler grösser, d. h. der Unterschied der Zeiten bedeutender, und der Ausdruck für k immer weiter von dem Ausdrucke $\frac{0}{0}$ entfernt. Es ist aber

$$K_o - K_o' = \cos\varphi\,(\operatorname{tang}\delta' - \operatorname{tang}\delta); \qquad K_o - K_u' = -\cos\varphi\,(\operatorname{tang}\delta' + \operatorname{tang}\delta);$$

woraus folgt, dass es am sichersten ist, das Azimuth aus Beobachtungen eines Polsternes in der oberen und eines darauf folgenden (oder vorangehenden) in der unteren Culmination zu bestimmen; da aber wegen der langsamen Bewegung

der Polsterne die Uhrzeiten weniger sicher werden, so wird sich dann x nicht mit der nöthigen Schärfe ergeben, und man muss noch eine Reihe von Aequatorsternen zur Bestimmung von x hinzufügen. Einige Aequatorsterne nebst einem Polstern in oberer oder unterer Culmination giebt ebenfalls x und k mit nöthiger Schärfe.

In ganz ähnlicher Weise können die Formeln II und III combinirt werden. Formel III giebt dabei gleichzeitig x und n, wenn die Correctionen wegen i und c vorher berücksichtigt werden. Die Formeln II können nur verwendet werden, wenn man sich auf die Unveränderlichkeit des Instrumentes verlassen kann[1]); sie haben übrigens den Nachtheil, dass sie nicht x allein, sondern $x + m$ geben; will man den Uhrstand, so muss man noch durch ein Nivellement i bestimmen, dann erhält man aus i und n

$$m = i \sec \varphi - n \tan \varphi$$

und damit erst x.

Beispiel. 1890 März 23 beobachtete ich am $4\frac{1}{2}$-zölligen REPSOLD'schen Meridiankreise bei K. W. die folgenden Sterne (in der ersten Columne der Name des Sternes, in der zweiten die Zahl der Fäden, in der dritten das Mittel der auf den Mittelfaden reducirten Durchgangszeiten; in den beiden folgenden Columnen die Instrumentencorrectionen $i \sec \varphi$ und $c \sec \delta$ [$c = -0^s{\cdot}1243$; $c_w = -0^s{\cdot}1382$])

27 Monocerotis . .	13	7h 56m 42s·723	− 0s·201	− 0s·138
Br 1147 O. C. . .	15	8 8 11·462	− 0·194	− 0·575
β Cancri	11	8 13 1·284	− 0·192	− 0·140
12 Sextantis . . .	11	9 56 29·621	− 0·179	− 0·138
π Leonis	10	9 56 42·902	− 0·179	− 0·140
υ² Hydrae . . .	21	10 2 15·104	− 0·177	− 0·141
λ Hydrae	19	10 7 42·591	− 0·177	− 0·141
ε Leonis	8	11 27 10·932	− 0·161	− 0·138
ϑ Crateris	13	11 33 35·446	− 0·161	− 0·139
Llde 22585 . . .	13	11 57 35·127	− 0·151	− 0·139
o Virginis	12	12 2 5·691	− 0·149	− 0·139
M 499	10	12 2 51·264	− 0·149	− 0·138

Ist x_1 der Uhrstand um $10^h\,30^m$ Uhrzeit, ξ der stündliche Gang, so erhält man hieraus bei Anwendung der HANSEN'schen Formel die Gleichungen

$$x_1 - 2{\cdot}555\,\xi - 1{\cdot}177\,n = -147^s{\cdot}807$$
$$x_1 - 2{\cdot}330\,\xi + 2{\cdot}921\,n = -146{\cdot}560$$
$$x_1 - 2{\cdot}283\,\xi - 0{\cdot}951\,n = -147{\cdot}732$$
$$x_1 - 0{\cdot}556\,\xi - 1{\cdot}050\,n = -147{\cdot}931$$
$$x_1 - 0{\cdot}555\,\xi - 0{\cdot}967\,n = -147{\cdot}889$$
$$x_1 - 0{\cdot}462\,\xi - 1{\cdot}340\,n = -148{\cdot}000$$
$$x_1 - 0{\cdot}372\,\xi - 1{\cdot}327\,n = -148^s{\cdot}025$$
$$x_1 + 0{\cdot}953\,\xi - 1{\cdot}160\,n = -148{\cdot}119$$
$$x_1 + 1{\cdot}060\,\xi - 1{\cdot}280\,n = -148{\cdot}182$$
$$x_1 + 1{\cdot}460\,\xi - 1{\cdot}290\,n = -148{\cdot}245$$
$$x_1 + 1{\cdot}535\,\xi - 0{\cdot}955\,n = -148{\cdot}137$$
$$x_1 + 1{\cdot}548\,\xi - 1{\cdot}162\,n = -148{\cdot}252$$

Vereinigt man hier die Sterne zu 5 Gruppen (Normalorte, s. den Artikel »Methode der kleinsten Quadrate«) und zwar 1) den Polstern für sich, 2) die ersten beiden Zeitsterne, 3) die folgenden vier, 4) die nächsten zwei, 5) die letzten drei und setzt $x_1 = x_0 + \Delta x$, $x_0 = -148^s{\cdot}0$, so erhält man die Gleichungen:

[1]) Doch kann man Veränderungen von i und k immerhin berücksichtigen (s. hierüber Publikationen der v. KUFFNER'schen Sternwarte, I. Bd., pag. 61; ebenso über den Einfluss der Seitenbiegung und Elliptícität der Zapfen auf die Zeitbestimmung.

$$\Delta x - 2{\cdot}330\,\xi + 2{\cdot}921\,n = + 1{\cdot}440$$
$$\Delta x - 2{\cdot}419\,\xi - 1{\cdot}064\,n = + 0{\cdot}231$$
$$\Delta x - 0{\cdot}486\,\xi - 1{\cdot}171\,n = + 0{\cdot}039$$
$$\Delta x + 1{\cdot}006\,\xi - 1{\cdot}220\,n = - 0{\cdot}150$$
$$\Delta x + 1{\cdot}514\,\xi - 1{\cdot}136\,n = - 0{\cdot}212,$$

aus welchen man nach der Methode der kleinsten Quadrate

$$\Delta x = + 0^{s}{\cdot}314$$
$$\xi = - 0{\cdot}104$$
$$n = + 0{\cdot}302,$$

demnach den Uhrstand x zu der Uhrzeit t

$$x = - 147^{s}{\cdot}686 - 0^{s}{\cdot}1040(t - 10^{h}{\cdot}5)$$

erhält.

Bei den Meridiankreisen hat man zur Prüfung und Berichtigung des Instrumentes eigene Meridianzeichen oder Miren; als solche kann man einen weit entfernten aber in unmittelbarster Nähe des Meridians gelegenen Kirchthurm, eine vorhandene oder speciell zu diesem Zwecke errichtete Pyramide u. s. w. verwenden. Sei M_n (Fig. 281) der Punkt, in welchem die Visur von O aus gegen eine nördlich gelegene Mire den Himmel trifft, und ist Σ_1 der in dem grössten Kreise AM_n gelegene Punkt, der am Himmel durch die Visur nach dem Mittelfaden bestimmt wird, so ist für K. W. $A\Sigma_1 = 90° + c$ und wenn die Entfernung $M_n\Sigma_1 = n_w$ gesetzt wird (wobei der Index auf die Kreislage und n auf die Nordmire hindeuten soll), so wird $AM_n = 90° + c - n_w$. Bezeichnet man das von Nord gegen West positiv gezählte Azimuth der Mire mit A_n, so ist $AZM_n = 90° + k - A_n$ und man erhält aus dem Dreiecke AZM_n, wenn z_n die Zenithdistanz der Nordmire bezeichnet:

$$\sin(n_w - c) = \cos z_n \sin i + \sin z_n \cos i \sin(A_n - k).$$

i, k, c wieder als sehr klein vorausgesetzt, wird auch A_n klein sein müssen, wenn das Bild der Mire in der Nähe des Mittelfadens sein soll, und man hat daher für die

$$\text{Nordmire, K. W.:} \quad n_w - c = i \cos z_n + (A_n - k) \sin z_n \tag{18}$$

Für K. O. wird nur $-c$ an Stelle von c treten, und es ist, wenn jetzt n_o der Abstand des Mirenbildes vom Mittelfaden ist, und das Azimuth des Instrumentes dabei als unverändert vorausgesetzt wird:

$$\text{Nordmire, K. O.:} \quad n_o + c = i' \cos z_n + (A_n - k) \sin z_n. \tag{18'}$$

Für eine Mire im Süden ist, wenn ihr Azimuth, ebenfalls von Süden gegen West positiv gezählt, A_s ist, für K. W.: $AM_s = 90° + c - s_w$ und der Winkel am Zenith $90° - k - A_s$, demnach, wenn z_s die Zenithdistanz der Südmire ist:

$$\text{Südmire, K. W.:} \quad s_w - c = i_1 \cos z_s + (A_s + k) \sin z_s \tag{19}$$
$$\text{Südmire, K. O.:} \quad s_o + c = i_1' \cos z_s + (A_s + k) \sin z_s. \tag{19'}$$

Man erhält daher durch Beobachtungen derselben Mire in beiden Lagen des Fernrohres für die:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Nordmire:} & c = \tfrac{1}{2}[(n_w - n_o) - (i - i') \cos z_n]; \\ & A_n - k = \tfrac{1}{2}(n_w + n_o) \operatorname{cosec} z_n - \tfrac{1}{2}(i + i') \operatorname{cotang} z_n \\ \text{Südmire:} & c = \tfrac{1}{2}[(s_w - s_o) - (i_1 - i_1') \cos z_s]; \\ & A_s + k = \tfrac{1}{2}(s_w + s_o) \operatorname{cosec} z_s - \tfrac{1}{2}(i_1 + i_1') \operatorname{cotang} z_s. \end{array}\right\} \text{(IV a)}$$

Sind die Miren im Horizonte des Instrumentes, d. h. ist $z_n = z_s = 90°$, so fallen die von der Neigung der Instrumentenaxe abhängigen Glieder weg, und es wird für die

$$\text{Nordmire:}\quad c = \tfrac{1}{2}(n_w - n_o);\quad A_n - k = \tfrac{1}{2}(n_w + n_o)$$
$$\text{Südmire:}\quad c = \tfrac{1}{2}(s_w - s_o);\quad A_s + k = \tfrac{1}{2}(s_w + s_o). \qquad \text{(IV b)}$$

Die Entfernung der Miren muss, wenn das Bild derselben in der Fadenebene erscheinen soll, ausserordentlich gross sein; die Visur nach denselben streicht dann über weite Strecken des Erdbodens, und in Folge der verschiedenen Temperaturen der darüber lagernden Luft werden die Bilder der Miren in stetem Wallen begriffen, oft ganz unsichtbar sein. Man zieht es daher vor, die Miren in geringerer Entfernung, oft nur 100 bis 200 Meter weit anzubringen, wobei aber dann eine Sammellinse, deren Brennweite gleich ihrer Entfernung von der Mire in der Nähe des Fernrohres genügend fest auf isolirten Pfeilern angebracht werden muss, um die von der Mire ausgehenden Strahlen parallel zu machen. Als Mire wird dann am besten eine Platte angebracht, in welcher sich ein kreisrundes Loch befindet; bei Tage kann dieselbe direkt oder wenn nöthig durch einen hinter dieselbe gestellten Spiegel reflektirtes Licht vom hellen Himmelshintergrunde aussenden, bei Nacht durch eine hinter dieselbe gestellte Lampe erleuchtet werden. Rückt die Mire in die unmittelbarste Nähe der Collectivlinse, so dass sie mit diesem ein Fernrohr bildet, dessen Objectiv die Collectivlinse ist, und dessen Fadenkreuz die Mire darstellt, so entsteht der Collimator.

Hat man zwei Collimatoren, die durch den Würfel des Fernrohres bei abgenommenen Kappen k (Tafel I) auf einander collimirt werden können, so dass ihre optischen Axen parallel sind, so wird $A_s = -A_n$, $z_s = 180° - z_n$; $\sin z_s = \sin z_n$, $\cos z_s = -\cos z_n$ und man kann dann Azimuth und Collimationsfehler ohne Umlegen des Instrumentes durch Beobachten der beiden Collimatoren bestimmen. Man erhält aus den Gleichungen (18) und (19) bezw. (18') und (19'):

$$\text{bei K. W.:}\quad c = \tfrac{1}{2}(n_w + s_w) - \tfrac{1}{2}(i - i_1)\cos z_n;$$
$$A_n - k = \tfrac{1}{2}(n_w - s_w)\operatorname{cosec} z_n - \tfrac{1}{2}(i + i_1)\operatorname{cotang} z_n$$
$$\text{bei K. O.:}\quad c = -\tfrac{1}{2}(n_o + s_o) + \tfrac{1}{2}(i' - i_1')\cos z_n; \qquad \text{(V a)}$$
$$A_n - k = \tfrac{1}{2}(n_o - s_o)\operatorname{cosec} z_n - \tfrac{1}{2}(i' + i_1')\operatorname{cotang} z_n.$$

Da man übrigens in diesem Ealle die optische Axe der Collimatoren horizontal stellt, also $z_n = z_s = 90°$ macht, so erhält man die einfachen Formeln:

$$\text{bei K. W.:}\quad c = \tfrac{1}{2}(n_w + s_w);\quad A_n - k = \tfrac{1}{2}(n_w - s_w)$$
$$\text{bei K. O.:}\quad c = -\tfrac{1}{2}(n_o + s_o);\quad A_n - k = \tfrac{1}{2}(n_o - s_o). \qquad \text{(V b)}$$

Die Azimuthe A_s, A_n der beiden Miren können, wenn k durch Beobachtungen von Polsternen ermittelt wurde, aus diesen Formeln bestimmt werden[1]), und dann kann k ohne Beobachtungen von Polsternen aus Beobachtungen einer der beiden Miren gefunden werden.

Nothwendig sind noch einige Bemerkungen über das Zeichen der Abstände n_w, n_o, s_w, s_o; dieselben sind nach der Annahme positiv, wenn die durch die Richtungen nach der Mire am Himmel bestimmten Punkte dem westlichen Axenende näher liegen, als die durch den Mittelfaden bestimmte Collimationslinie. Hieraus erhält man für positive Werthe von n, s: im geraden Fernrohr erscheint bei K. W. der Faden, bei K. O. das Bild der Mire auf der Seite des Kreisendes; im gebrochenen Fernrohr (für das Passageninstrument), wenn das Ocular am Kreisende der Axe angebracht ist, bei K. W. das Bild der Mire, bei K. O. der Faden auf der Seite des Objectivstutzens. Man hat nun zu unterscheiden, ob die Lesungen an der Trommel zu- oder abnehmen, wenn der beweg-

[1]) Das Zeichen von A_n, A_s bestimmt dann die Lage; für westlich vom Meridian gelegene Miren ergeben sich die Zeichen positiv.

liche Faden sich vom Kreisende wegbewegt, bezw. in der Richtung vom Objectiv gegen den Würfel zu bewegt. Sind die Lesungen auf den Mittelfaden F, auf die beiden Miren bei den verschiedenen Lagen des Instrumentes M_n^w, M_n^o, M_s^w, M_s^o, und R der Werth einer Schraubenrevolution, so findet man ohne Schwierigkeit:

I. Für das gerade Fernrohr:	1) die Lesungen wachsen	2) die Lesungen nehmen ab
	bei der Bewegung des Mikrometerfadens, vom Kreisende weg	
a) K. W. Nordmire:	$n_w = R(M_n^w - F)\ (+)$	$n_w = R(F - M_n^w)\ (-)$
b) K. W. Südmire:	$s_w = R(M_s^w - F)\ (-)$	$s_w = R(F - M_s^w)\ (+)$
c) K. O. Nordmire:	$n_o = R(F - M_n^o)\ (-)$	$n_o = R(M_n^o - F)\ (+)$
d) K. O. Südmire:	$s_o = R(F - M_s^o)\ (+)$	$s_o = R(M_s^o - F)\ (-)$
II. Für d. gebroch. Fernrohr:	1) die Lesungen nehmen ab	2) die Lesungen wachsen
	bei d. Bewegung d. Mikrometerfadens vom Objectiv gegen d. Würfel	

(20)

(+) die Lesungen wachsen } bei der Bewegung des Fadens von links
(−) die Lesungen nehmen ab } nach rechts.

Die Formeln, welche zur Bestimmung des Uhrstandes abgeleitet wurden, können sofort auch verwendet werden, um, wenn dieser bekannt ist, die Rectascensionen von beobachteten Gestirnen zu bestimmen. Man kann daher, indem die Durchgänge einer grossen Zahl von Sternen beobachtet werden, eine Reihe derselben, die Fundamental- oder Anhaltsterne zur Bestimmung des Uhrstandes und der Instrumentencorrectionen verwenden, und mit diesen dann die Rectascensionen der übrigen Sterne ermitteln. In dieser Form sind die Beobachtungen strenge genommen relative Bestimmungen oder Differentialbeobachtungen durch Anschluss an ein festes System, wofür gegenwärtig das fast aus der ganzen Menge des vorhandenen Materiales abgeleitete »mittlere System« von AUWERS als Grundlage angesehen werden kann.

Um aber auch eine absolute Rectascension zu bestimmen, müssen Sonnenbeobachtungen gemacht werden, wovon später gesprochen wird, und nebst den Durchgangszeiten der Sonne die Durchgangszeiten von einer Reihe von sogen. Fundamentalsternen. Die Zahl der Sternwarten, die sich mit derartigen Beobachtungen beschäftigt, ist nicht gar gross: Nebst den besprochenen, leicht in Rechnung zu ziehenden Instrumentalfehlern treten nämlich vorhandene, bisher uncontrollirbare Instrumentalfehler auf, die sich bis jetzt nur in systematischen Abweichungen der Resultate der Beobachtungen verschiedener Sternwarten (der Sternkataloge; dasselbe gilt natürlich für die Deklinationen) zeigen. Daraus folgt die Nothwendigkeit der Vervielfältigung dieser Beobachtungen; da sie aber an die Combination von Beobachtungen der Sonne und einer Reihe von Fixsternen gebunden sind, so sind die Bedingungen für die Anstellung derselben ausserordentliche Stabilität des Instrumentes, welche nur bei möglichster Entfernung der Sternwarte vom städtischen Verkehre zu erreichen ist, und hinreichende Lichtstärke des Fernrohres, damit die zu bestimmenden Fixsterne möglichst durch das ganze Jahr, auch in der Nähe der Sonne beobachtet werden können.

Die Aufgaben, welche mit dem Kreise zu lösen sind, sind wieder zweierlei: 1) absolute, und 2) relative Bestimmungen. Zu den ersteren gehören: die Bestimmung der Polhöhe, der absoluten Deklinationen von Fundamentalsternen und der Sonne (und mit Hilfe derselben der Lage des Frühlingspunktes und der Schiefe der Ekliptik); relative Bestimmungen sind die Bestimmungen der

Deklinationen von Fixsternen durch Anschluss an das gegebene Fundamentalsystem.

Auch hier kann man die Reductionsmethoden aus wenigen Fundamentalformeln ableiten.

Setzt man voraus, dass die Lesungen am Kreise von 0° bis 360° wachsen, so wird dieses in der einen Kreislage (K. I.), für welche die Lesungen mit dem Index 1 versehen werden sollen, vom Zenith gegen den Süden zu, in der anderen Kreislage (K. II, d. i. K. O., bezw. K. W., wenn die Kreislage I K. W., bezw. K. O. bedeutet), für welche der Index 2 verwendet werden soll, vom Zenith gegen Norden stattfinden. Für die Bestimmung der Zenithdistanz aus der Lesung L bedarf man aber noch der Kenntniss des Zenithpunktes Z und dann ist:

$$\begin{aligned} &\text{für K. I;} \quad {}^{*}\text{Süd:} \quad z = L_1{}' - Z_1; \quad {}^{*}\text{Nord:} \quad z = Z_1 - L_1{}'' \\ &\text{für K. II;} \quad {}^{*}\text{Süd:} \quad z = Z_2 - L_2{}'; \quad {}^{*}\text{Nord:} \quad z = L_2{}'' - Z_2. \end{aligned} \tag{21}$$

Ist die Lesung für das Zenith nahe 0, so werden die Lesungen $L_1{}'$, $L_2{}''$ zwischen 0 und 90° (± geringen, von der Abweichung des Zenithpunktes herrührenden Beträgen) sein, und die Lesungen $L_1{}''$, $L_2{}'$ zwischen 270° und 360°. Die Lesungen müssen selbstverständlich wegen Run (s. den Artikel »Nonius und Ablesemikroskop«) und wegen Excentricitäts- und Theilungsfehler (s. diese) corrigirt sein, während allerdings die Excentricitäts- und die periodischen Theilungsfehler, sofern die zufälligen Theilungsfehler nicht ermittelt sind, sich aus dem Mittel von zwei, bezw. vier Mikroskopen, wenigstens in den Hauptgliedern wegheben.

Mit diesen Zenithdistanzen (welche daher bereits eine, wenigstens genäherte Berücksichtigung des Zenithpunktes erfordern), berechnet man die Refraction und Biegung; sind diese r, bezw. $f(z)$, so ist die corrigirte Zenithdistanz

$$z_0 = z + r + f(z). \tag{22}$$

Ist δ die Deklination des beobachteten Objectes, φ die Polhöhe des Beobachtungsortes, so hat man für

$$\begin{aligned} &\text{Obere Culmination:} \quad {}^{*}\text{Süd:} \quad \varphi = z_0 + \delta; \quad {}^{*}\text{Nord:} \quad \varphi = \delta - z_0. \\ &\text{Untere Culmination:} \quad \varphi = 180° - (\delta + z_0). \end{aligned} \tag{23}$$

Hierzu treten nun noch Reflexionsbeobachtungen. Man bestimmt selbstverständlich nicht den Zenithpunkt, sondern den Nadirpunkt, indem man das Fernrohr auf eine vertical unter den Würfel gestellte, horizontale Fläche richtet. Hierzu wird am besten eine Quecksilberoberfläche verwendet. Um dieselbe möglichst ruhig zu erhalten, verwendet man den sogen. angequickten Horizont. Eine flache Kupferschale wird mit einigen Tropfen Salpetersäure befeuchtet, und mit Baumwolle gut abgerieben, und dann Quecksilber aufgegossen, welches eine ruhige, horizontale, spiegelnde Oberfläche bildet. Selbstverständlich muss die Schale auf den isolirten Pfeilern, nicht aber auf dem Fussboden angebracht werden, wozu der Fussboden zwischen den beiden Pfeilern eine hinreichend grosse, durch einen Deckel verschliessbare Oeffnung erhält. Besser bewährt sich noch die Schale auf ein Brett zu setzen, welches auf Bolzen, die in die Pfeiler des Meridiankreises eingegypst sind, unmittelbar unter das nach unten gerichtete Objectiv gelegt wird. Man wird nun leicht über dem Fussboden, am besten durch Schienen zwischen den beiden isolirten Pfeilern, welche die Collimatoren tragen, eine vom Fussboden isolirte Bahn schaffen können, auf welcher ein Quecksilberhorizont in der Richtung von Nord nach Süd geführt werden kann. Wenn dieser dann in der Entfernung $h \tang z$ (wo h der verticale Abstand der spiegelnden Fläche unter dem Würfel ist) vom

Instrumentenmittelpunkte aufgestellt ist, und das Fernrohr auf denselben nach abwärts gerichtet wird, so wird das von dem Horizonte gespiegelte Bild eines Sternes der Zenithdistanz z im Fernrohr erscheinen[1]). Für das reflectirte Bild aber tritt an Stelle des Zenithpunktes der Nadirpunkt und man hat dann, wenn man die Lesungen mit Λ bezeichnet, die also jetzt zwischen 90° und 270° ($\pm$ geringen Abweichungen) gelegen sind:

$$\begin{array}{llll} \text{für K. I:} & * \text{Süd: } z = N_1 - \Lambda_1'; & * \text{Nord: } z = \Lambda_1'' - N_1; & N_1 = 180° + Z_1 \\ \text{für K. II:} & * \text{Süd: } z = \Lambda_2' - N_2; & * \text{Nord: } z = N_2 - \Lambda_2''; & N_2 = 180° + Z_2. \end{array} \tag{21a}$$

Die Refraction bleibt für das Gestirn natürlich dieselbe, während das von der Biegung abhängige Glied in $f(180° - z)$ übergeht. Führt man die Formeln (23) in (21) und (21a) ein, und zieht die Refraction und Biegung mit der Lesung zusammen, so dass also

$$\begin{array}{ll} L_1' + r + f(z) = l_1' & \Lambda_1' - r - f(180° - z) = \lambda_1' \\ L_1'' - r - f(z) = l_1'' & \Lambda_1'' + r + f(180° - z) = \lambda_1'' \\ L_2' - r - f(z) = l_2' & \Lambda_2' + r + f(180° - z) = \lambda_2' \\ L_2'' + r + f(z) = l_2'' & \Lambda_2'' - r - f(180° - z) = \lambda_2'', \end{array} \tag{24}$$

so folgt:

$$\begin{array}{llll} & & \text{direktes Bild:} & \text{reflectirtes Bild:} \\ \text{K. I:} & * \text{Süd:} & \varphi = l_1' - Z_1 + \delta & \varphi = 180° + Z_1 - \lambda_1' + \delta \\ & * \text{Nord O. C.:} & \varphi = l_1'' - Z_1 + \delta & \varphi = 180° + Z_1 - \lambda_1'' + \delta \\ & * \text{Nord U. C.:} & \varphi = 180° + l_1'' - Z_1 - \delta & \varphi = Z_1 - \lambda_1'' - \delta \\ \text{K. II:} & * \text{Süd:} & \varphi = Z_2 - l_2' + \delta & \varphi = 180° + \lambda_2' - Z_2 + \delta \\ & * \text{Nord O. C.:} & \varphi = Z_2 - l_2'' + \delta & \varphi = 180° + \lambda_2'' - Z_2 + \delta \\ & * \text{Nord U. C.:} & \varphi = 180° + Z_2 - l_2'' - \delta & \varphi = \lambda_2'' - Z_2 - \delta. \end{array} \tag{25}$$

Der Einfluss der Biegung wird hier nicht weiter berücksichtigt: er ist ausführlich in dem Artikel »Biegung« (s. I. Bd., pag. 576) behandelt; es wurde daher auch auf die Vertauschung von Ocular und Objectiv, nicht weiter Rücksicht genommen. Die Refraction kann direkt berechnet, und mit der Lesung vereinigt werden; hierzu bedarf man nicht einmal der Formeln (24); man sieht, dass die Refractionen zu den Lesungen im ersten und dritten Quadranten zu addiren, von den Lesungen im zweiten und vierten Quadranten zu subtrahiren sind, womit man sofort auf die Grundgleichungen (25) kommt.

Für absolute Bestimmungen ist nun das Folgende zu erwähnen: Jede einzelne Beobachtung giebt, wenn der Zenithpunkt bekannt ist, eine der beiden Grössen φ oder δ, wenn die andere bekannt ist. Die Combination zweier Gleichungen, für welche δ in den entsprechenden Gleichungen das entgegengesetzte Zeichen hat, gestattet die Bestimmung von φ und δ. Man kann hierzu die Beobachtungen von Circumpolarsternen in der oberen und unteren Culmination, am bequemsten in derselben Kreislage, heranziehen. Verwendet man Beobachtungen von direkten und reflectirten Bildern, so fällt dabei das Zenith heraus. Man erhält z. B. für unmittelbar aufeinander folgende Beobachtungen im direkten und reflectirten Bilde eines nicht allzu weit vom Pole entfernten Sternes, z. B. in Kreislage I (wobei der Index n als selbstverständlich weggelassen ist):

[1]) Für verschiedene Zenithdistanzen kann man hiernach leicht den Ort des Horizontes auf der Schienenbahn anzeigen.

$$\text{für O. C.:}\quad \varphi = \tfrac{1}{2}(l_1 - \lambda_1) + \delta - 90^\circ$$
$$\text{für U. C.:}\quad \varphi = \tfrac{1}{2}(l_1' - \lambda_1') - \delta + 90^\circ$$

und daraus:

$$\varphi = \tfrac{1}{4}[(l_1 - \lambda_1) + (l_1' - \lambda_1')].$$
$$\delta = 90^\circ - \tfrac{1}{4}[(l_1 - \lambda_1) - (l_1' - \lambda_1')].$$

Kennt man die Polhöhe, so giebt jede beobachtete Zenithdistanz im Verein mit dem Zenithpunkt die Deklination; für Sterne, die südlich vom Zenith culminiren, hat man, wenn man direkt und reflectirt beobachtet:

$$\begin{aligned} &\text{K. I:}\quad \varphi = 90^\circ - \tfrac{1}{2}(\lambda_1 - l_1) + \delta \\ &\text{K. II:}\quad \varphi = 90^\circ - \tfrac{1}{2}(l_2 - \lambda_2) + \delta. \end{aligned} \tag{26}$$

Diese Beobachtungen werden besonders wichtig für Deklinationsbestimmungen der Sonne, aus welchen man absolute Rectascensionen, sowie auch die Schiefe der Ekliptik erhalten kann. Ist nämlich A die Rectascension, D die Deklination der Sonne, ε die Schiefe der Ekliptik, so ist:

$$\sin A \tang \varepsilon = \tang D.$$

In der Nähe der Solstitien, wo A nahe 90° und D nahe seinem Maximum ist, werden sich sowohl $\sin A$, als auch $\tang D$ nur wenig ändern; es wird daher A nicht aus D bestimmt werden können, wohl aber $\tang \varepsilon$. In der Nähe der Aequinoctien hingegen ändern sich A und D ziemlich rasch, und man wird daher aus der Beobachtung der Deklination der Sonne ihre Rectascensionen erhalten, wenn ε bekannt ist, und durch Anschluss von Fundamentalsternen deren Rectascensionen. Man erhält übrigens aus genäherten Werthen von ε, A und D, wenn man

$$A = A_0 + \Delta A,\quad \varepsilon = \varepsilon_0 + \Delta\varepsilon,\quad D = D_0 + \Delta D$$

setzt, wobei die Correction ΔA ebenso wie $\Delta\varepsilon$ als constant angesehen werden kann, da sie die constante Correction des Frühlingsäquinoctiums darstellt, und die Incremente als genügend klein vorausgesetzt werden können, um die Aenderungen als differentiell anzusehen:

$$\cos A \tang \varepsilon \Delta A + \sin A \sec^2 \varepsilon \Delta\varepsilon - \sec^2 D \Delta D = \tang D_0 - \sin A_0 \tang \varepsilon_0. \tag{27}$$

Der Coëfficient von ΔA wird am grössten für $A = 0$, und verschwindet für $A = 90^\circ$, woraus wieder folgt, dass die Rectascensionen sich aus Beobachtungen von Sonnendeklinationen in den Solstitien nicht bestimmen lassen; ebenso folgt, dass für $A = 0$, also in den Aequinoctien sich $\Delta\varepsilon$ nicht bestimmen lässt. Beobachtungen in der Nähe der Solstitien geben Gleichungen von der Form

$$(a_1)\Delta A + b_1 \Delta\varepsilon + c_1 \Delta D = m_1; \tag{28a}$$

Beobachtungen in der Nähe der Aequinoctien Gleichungen der Form:

$$a_2 \Delta A + (b_2)\Delta\varepsilon + c_2 \Delta D = m_2, \tag{28b}$$

wobei die Coëfficienten (a_1), (b_2) sehr nahe Null sind. Gerade zu den Zeiten aber, in denen die Bestimmung der Unbekannten am sichersten ist, wird natürlich auch ein Fehler ΔD den grössten Einfluss üben. Man muss daher auf eine möglichst sorgfältige Bestimmung der Zenithdistanzen sehen. Zufällige Fehler in den Lesungen (jede Beobachtung setzt sich aus zwei Lesungen zusammen, entweder direkte Beobachtung und Nadirbestimmung oder direkte und reflectirte Beobachtung) können durch Vermehrung der Beobachtungen möglichst unschädlich gemacht werden. Ein stets constant bleibender Fehler aber entsteht, wenn die Polhöhe nicht genügend genau bekannt ist. Nach Gleichung (26) ist nämlich

$$\Delta D = \Delta\varphi,$$

und da die Coëfficienten c_1 und c_2 gleich $sec^2 D$ sind, so wird dieser Fehler der Polhöhe stets etwas vergrössert auftreten. Diese Coëfficienten variiren im Laufe eines Jahres zwischen 1·000 und 1·188, sind also nur geringen Veränderungen unterworfen; aus Beobachtungen in der unmittelbarsten Nähe der Solstitien zur Bestimmung von $\Delta\varepsilon$ und ebenso aus Beobachtungen in der unmittelbarsten Nähe der Aequinoctien zur Bestimmung von ΔA lässt sich daher $\Delta\varphi$ nicht bestimmen, wohl aber fällt dieser constante Fehler weg, wenn man die Beobachtungen auf beide Aequinoctien, bezw. Solstitien vertheilt; denn man hat

für das Sommersolstitium: $\eta\Delta A + (1 - \eta')\,sec^2\,\varepsilon\Delta\varepsilon - (1 + \eta'')\Delta\varphi \quad = m_1$
für das Wintersolstitium: $\eta_1\,\Delta A - (1 - \eta_1')\,sec^2\,\varepsilon\Delta\varepsilon - (1 + \eta_1'')\Delta\varphi = m_1'$
für das Frühlingsäquinoctium: $(1 - \psi)\,tang\,\varepsilon\Delta A + \psi'\Delta\varepsilon - (1 + \psi'')\Delta\varphi \quad = n_1$
für das Herbstäquinoctium: $-(1 - \psi_1)\,tang\,\varepsilon\Delta A + \psi_1'\Delta\varepsilon - (1 + \psi_1'')\Delta\varphi = n_1'$,

wobei die η, η' . . . ψ, ψ' kleine, für die Epochen selbst verschwindende Grössen sind. Will man $\Delta\varphi$ nicht bestimmen, so genügt es, die Beobachtungen symmetrisch zu beiden Seiten anzuordnen, also z. B. ebenso lange vor dem Frühlingsäquinoctium, wie nach dem Herbstäquinoctium u. s. w. zu beobachten, weil dann die Coefficienten b_1, bezw. a_2 für A_2 nahe $= 180° - A_1$ wenigstens sehr nahe gleiche, aber entgegengesetzte Werthe erhalten. Aus Beobachtungen, die sich über einen langen Zeitraum gleichmässig vertheilen, kann man aber sowohl ΔA und $\Delta\varepsilon$, als auch $\Delta\varphi$ bestimmen, wobei aber zu bemerken ist, dass man die Secularänderung der Schiefe ebenso wie die Präcession und Nutation[1]) bei der Berechnung der rechten Seiten sofort berücksichtigen muss, wenn die drei zu bestimmenden Correctionen während des ganzen Zeitraumes der Beobachtungen als constant angesehen werden sollen.

Für relative Bestimmungen kürzt man die Rechnung etwas ab, wenn man die constante Lesung für das Zenith mit der Polhöhe verbindet, und so eine wegen Zenithpunkt corrigirte Polhöhe, den sogen. **Polpunkt** oder **Aequatorpunkt** ableitet. Schreibt man nämlich die Formeln für Beobachtungen im direkten Bilde (relative Deklinationsbestimmungen wird man wohl nie im reflectirten Bilde vornehmen):

$$\text{K. I:} \quad {}^*\text{Süd:} \quad \delta = l_1{}^s - (\varphi + Z_1) = l_1{}^s - \varphi_0$$

u. s. w., so sieht man, dass man die Deklination erhalten kann, wenn man zu den Lesungen die wegen Zenithpunkt corrigirte Polhöhe φ_0 verwendet. Diese selbst leitet sich aber aus dem System der Fundamentalsterne mittels der ganz gleichen Formeln

$$\varphi + Z_1 = \varphi_0 = l_1{}^s - \delta$$

u. s. w. ab.

Die Gleichungen (25) gelten für die wahren Zenithdistanzen und die wahren Deklinationen oder aber für die abgelesenen Zenithdistanzen, und die daraus folgenden Deklinationen. Wird aber das Gestirn nicht am Mittelfaden eingestellt, so kann die abgelesene Zenithdistanz fehlerhaft sein, und zwar sowohl aus dem Grunde, weil der Horizontalfaden einen grössten Kreis am Himmel darstellt, während die Gestirne kleine Kreise (Parallelkreise) beschreiben, die den Horizontalfaden im Meridian berühren; ferner aber auch, weil der Horizontalfaden mit dem Meridian einen von 90° verschiedenen Winkel einschliessen kann. Sei in Fig. 281 $\sigma\sigma'$ ein Seitenfaden im östlichen Abstande f; am Horizontal-

[1]) Ueber die Bestimmung der Constanten der Präcession und Nutation s. die betr. Artikel.

faden $\Sigma\sigma$, der mit dem Deklinationskreise ΣP den Winkel $90° + J$ einschliesst, wird ein Stern σ beobachtet. Fällt der durch Σ und A gelegte grösste Kreis mit AP zusammen, so wird am Kreuzungspunkte Σ des Mittelfadens und Horizontalfadens ein Punkt P' erscheinen, für welchen $AP' = 90° + c$, demnach $PP' = c + n$ ist. Am Kreise macht man die dem Pole P entsprechende Lesung, und der Einstellung auf den Stern Σ entspricht eine Drehung von AP um den Winkel $PA\Sigma = 90° - \delta'$, wobei δ' die durch die Lesung am Kreise erhaltene Deklination des Sternes ist; die wahre Deklination δ folgt aus $P\Sigma = 90° - \delta$. Nun hat man aus dem Dreiecke PZA mit den aus der Figur folgenden Bezeichnungen

$$\sin\varphi = \sin n \sin i + \cos n \cos i \sin\varphi'$$

und daraus

$$\varphi' - \varphi = 2 \tang\varphi (\sin^2 \tfrac{1}{2} n + \sin^2 \tfrac{1}{2} i) - 4 \sec\varphi \sin \tfrac{1}{2} i \sin \tfrac{1}{2} n.$$

Dieser Unterschied wird demnach, da die Instrumentalcorrectionen sehr klein sind, und von den Faktoren keiner besonders gross werden kann, gleich Null, und da $ZA\sigma$ gleich der abgelesenen Zenithdistanz z ist, so wird in der Gleichung $\varphi' - \delta' = z$ oder wegen $\varphi = \varphi'$ auch in der Gleichung

$$\varphi - \delta' = z$$

δ' die aus z, d. i. aus Z_1, Z_2 und L_1, L_2 abgeleitete Deklination sein, und man hat aus δ' den Werth von δ zu bestimmen. Setzt man $\Sigma\sigma = y$, $\sigma A\Sigma = w$, so wird:

$$\begin{aligned} -\sin(c+f) &= -\sin c \cos y - \cos c \sin y \cos J \\ \sin w &= \sin y \frac{\sin J}{\cos(c+f)}. \end{aligned} \tag{29}$$

Aus der ersten Gleichung folgt

$$\sin(c+f) = \sin(c+y) - 2 \cos c \sin y \sin^2 \tfrac{1}{2} J,$$

daher

$$\sin \tfrac{1}{2}(y - f) = - \tang f \sin^2 \tfrac{1}{2} J.$$

Es ist daher y sehr nahe gleich f, und man kann in der Gleichung für $\sin(c+f)$ rechts $\cos y$ durch $\cos f$ ersetzen; dann wird, wenn links $\sin(c+f)$ aufgelöst wird:

$$\sin f = \sin y \cos J,$$

folglich, wenn in der zweiten Gleichung $\cos(c+f)$ durch $\cos f$ ersetzt wird,

$$\sin w = \tang f \tang J \text{ oder } w = f \tang J. \tag{30}$$

Aus dem Dreiecke $AP\sigma$ folgt

$$\begin{aligned} \sin\delta &= -\sin n \sin(c+f) + \cos n \cos(c+f) \sin(\delta' - w) \\ \cos\delta \sin(\tau + t - m) &= +\cos n \sin(c+f) + \sin n \cos(c+f) \sin(\delta' - w) \\ \cos\delta \cos(\tau + t - m) &= \cos(c+f) \cos(\delta' - w) \end{aligned}$$

oder, wenn $\sin n = 0$, $\cos n = 1$ gesetzt wird:

$$\begin{aligned} \sin\delta &= \cos(c+f) \sin(\delta' - w) \\ \cos\delta \cos(\tau + t - m) &= \cos(c+f) \cos(\delta' - w), \end{aligned}$$

demnach, wenn die erste Gleichung mit $-\cos(\delta' - w)$, die zweite mit $+\sin(\delta' - w)$ multiplicirt und die Produkte addirt werden:

$$\begin{aligned} \sin(\delta' - w - \delta) &= \sin(\delta' - w) \cos(\delta' - w) \cos(c+f) \sec(t + \tau - m) [1 - \cos(t + \tau - m)] \\ &= \sin 2(\delta' - w) \cos(c+f) \sec(t + \tau - m) \sin^2 \tfrac{1}{2} (t + \tau - m) \end{aligned}$$

oder da $\cos(c+f) = 1$ gesetzt werden kann, und rechts w gegenüber δ' vernachlässigt, links der Winkel mit dem Bogen vertauscht werden darf:

$$\delta = \delta' - \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2}(t + \tau - m)}{\operatorname{arc} 1''} \sec(t + \tau - m) \cdot \tfrac{1}{2} \sin 2\delta' - f \tang J. \tag{31}$$

Für Sterne mit Deklinationen unter etwa 75°, wird man hierfür

$$\delta = \delta' - \frac{\frac{1}{2}\sin(t+\tau-m)^2}{arc\,1''}\sin 2\delta' - f\,tang\,J = \delta' - \frac{\frac{1}{2}\sin^2(c+f)}{arc\,1''}tang\,\delta' - f\,tang\,J \quad (31\,a)$$

setzen können, wobei c gegenüber f auch noch vernachlässigt werden darf.

Diese Gleichung gilt für Beobachtungen bei K. W., O. C. Legt man das Fernrohr um, und schlägt es wieder auf die Südseite, so wird der Horizontalfaden wieder die Richtung $\Sigma\sigma$ haben; die Ordnung der Fäden hat sich aber umgekehrt, und in die Reduction τ tritt nun $-c$ an Stelle von $+c$; nimmt man aber t und τ positiv, wenn die Reduction vom Seitenfaden auf den Mittelfaden und von diesem auf den Meridian positiv sind, so bleibt die Correction wieder dieselbe und Formel (31) auch für K. O. giltig. Man sieht aber sofort, dass diese auch für untere Culminationen gilt, wenn nur τ, t und f in demselben Sinne positiv gezählt werden.

Um die Deklinationen bezw. den Aequatorpunkt direkt aus den Lesungen zu erhalten, kann $\delta' = \delta + C$, wo, wenn f in Zeitsecunden ausgedrückt wird

$$\begin{aligned} C &= + \frac{2\sin^2\frac{1}{2}(t+\tau-m)}{arc\,1''}\tfrac{1}{2}\sin 2\delta' + f\,tang\,J \\ &= + \tfrac{225}{2}\,arc\,1''\cdot f^2\,tang\,\delta' + f\,tang\,J; \qquad \log\tfrac{225}{2}\,arc\,1'' = 6{\cdot}7367-10. \end{aligned} \quad (32)$$

in die Gleichungen (25) substituirt werden; dann sieht man, dass an Stelle von l_1, l_2, λ_1, λ_2 die wegen Einstellung am Seitenfaden corrigirten Lesungen treten:

		im direkten Bilde	im reflectirten Bilde	
bei K. I:	O. C.	$l_1 + C$	$\lambda_1 - C$	
	U. C.	$l_1 - C$	$\lambda_1 + C$	(33)
bei K. II:	O. C.	$l_2 - C$	$\lambda_2 + C$	
	U. C.	$l_2 + C$	$\lambda_2 - C.$	

Da in den Gleichungen (25) für zwei unmittelbar aufeinander folgende Einstellungen desselben Sternes an verschiedenen Stellen des Horizontalfadens Z_1, Z_2, δ, r und die Biegung dieselben Werthe haben, so wird $l \pm C$, wenn l wegen Run corrigirt ist, constant sein müssen; bringt man auch die Correction $\frac{225}{2}\,arc\,1''\,f^2\,tang\,\delta'$ direkt an die Lesung an, so hat man für jede Einstellung eine Gleichung:

$$l + f\,tang\,J = a.$$

und für eine Reihe von weiteren Einstellungen an anderen Punkten des Horizontalfadens

$$\begin{aligned} l_1 + f_1\,tang\,J &= a \\ l_2 + f_2\,tang\,J &= a \end{aligned}$$

aus denen man die Werthe von $tang\,J$ bestimmen kann. Am besten eignen sich hierzu wegen ihres langsamen Ganges Polsterne, weil man an denselben eine Reihe von Einstellungen machen kann.

Befindet sich nebst dem festen Fadennetz auch noch ein beweglicher Horizontalfaden in dem Fernrohre, und wird der Stern an diesem eingestellt, so bedarf die am Kreise gemachte Lesung noch einer Correction. Sei die Lesung an der Schraube für die Coincidenz des festen und beweglichen Horizontalfadens F_0, und die Bezifferung der Schraube so, dass wachsende Lesungen an der Schraube auch wachsenden Lesungen am Kreise entsprechen, d. h. dass die Einstellungen eines Punktes am Himmel auf den beweglichen Faden eine kleinere Lesung am Kreise ergeben würden, wenn die Lesung F an der Schraube

grösser ist als F_0, so ist in allen Fällen (K. I und II, Stern Nord und Süd) zur Kreislesung die Correction

$$\left.\begin{array}{ll}\text{im direkten Bilde:} & +(F-F_0)R \\ \text{im reflectirten Bilde:} & -(F-F_0)R\end{array}\right\} \text{zu addiren.} \tag{34 a}$$

Entspricht hingegen der Einstellung eines Punktes am Himmel auf den beweglichen Faden eine grössere Lesung am Kreise, wenn F grösser als F_0 ist so sind die Correctionen

$$\left.\begin{array}{ll}\text{im direkten Bilde:} & -(F-F_0)R \\ \text{im reflectirten Bilde:} & +(F-F_0)R\end{array}\right\} \text{zu addiren.} \tag{34 b}$$

Durch eine einmalige Einstellung des festen und beweglichen Fadens auf einen Horizontalfaden des Collimators kann man übrigens den Sinn der Correction ein- für allemal feststellen.

Den Werth der Schraubenrevolution R kann man auf einfache Art erhalten. Sind mehrere feste oder mehrere bewegliche Fäden vorhanden, so kann man das Intervall derselben durch Einstellung eines jeden auf einen festen Punkt, z. B. auf einen Collimatorfaden und Ablesen des Kreises, und auch mittels der Schraube messen; ebenso können Distanzen von Fäden im Collimator, sowie auch die Deklinationsdifferenz von Sternen am Kreise und mit der Schraube bestimmt, zur Bestimmung der Schraubenrevolution dienen.

Man kann die Collimatoren auch dazu verwenden, den Nullpunkt des Kreises zu bestimmen; d. h. man ermittelt statt des Nadirpunktes die Lesung im Horizonte und verwendet diese zur Reduction (vergl. auch den Artikel »Biegung«). Da jedoch hierzu die Collimatoren genau horizontal stehen müssen, bezw. die Abweichung durch eine Libelle bestimmt werden muss, während die Horizontalstellung des Quecksilberhorizontes sich von selbst regulirt, so ist wohl die Nadirpunktsbestimmung vorzuziehen.

Hierzu wird das Fernrohr vertical, mit dem Objectiv nach unten gestellt, so dass man von dem Quecksilberhorizont ein Spiegelbild der Fäden erhält; zu diesem Zwecke aber muss Licht vom Ocular aus auf den Horizont geworfen werden; dazu setzt man auf das Ocular ein gegen den Horizont um nahe 45° geneigtes[1]) Glasplättchen, durch welches hindurch man ungehindert ins Ocular sehen kann, welches aber auch Licht von einer seitlich gehaltenen Lampe (bezw. durch die Spiegel y, y', Tafel I) parallel zur Fernrohraxe nach abwärts wirft. Die Fäden erscheinen dabei stets dunkel auf hellem Grunde, weil das gespiegelte Bild dadurch entsteht, dass sich die aufgezogenen Fäden hindernd in das, durch die Fernrohraxe geworfene Strahlenbündel einschieben.

Selbstverständlich erscheinen in diesem Falle auch die Spiegelbilder der Verticalfäden, und man kann diese zur Bestimmung des Collimationsfehlers benutzen. Zur Ableitung der Formeln kann man die Vertikale als eine entfernte Mire in der Zenithdistanz $z_n = z_s = 180°$ betrachten, wofür die Formeln (18) und (19) für Nord- und Südmire (wegen des Wegfallens von k) identisch werden. Ist dann die Entfernung des Mittelfadens von der Verticalen $\frac{1}{2}l_w$ bei K. W. und $\frac{1}{2}l_o$ bei K. O., so erhält man aus diesen Formeln sofort

$$c - i = \tfrac{1}{2}l_w; \quad c + i' = -\tfrac{1}{2}l_o, \tag{35}$$

von denen jede einzelne für sich den Werth von c giebt, wenn mit dem Niveau die wahren, wegen Zapfenungleichheit corrigirten Neigungen i, i' bestimmt sind.

---

[1]) Dasselbe wird so gedreht, dass man die möglichst günstige Beleuchtung erhält.

Man kann aber hierbei nicht die Verticallinie selbst beobachten, sondern das reflectirte Bild der Fäden, welches indessen, da es auf derselben Seite des Mittelfadens liegt, wie der Punkt, in welchem die Verticale die Fadenebene schneidet, das Zeichen von l_w, l_o nicht ändert. Nur erhält man durch Messung der Distanz des Mittelfadens (Lesung F) von seinem Bilde (Lesung F_w, bezw. F_o) nicht $\frac{1}{2}l_w$, $\frac{1}{2}l_o$, sondern sofort das doppelte dieser Distanzen l_w, l_o. Man hat daher, wenn man das Schema (20) für das gerade Fernrohr hierher überträgt, wenn die Lesungen an der Schraube bei der Bewegung des Mikrometerfadens vom Kreisende weg

	1) wachsen	2) abnehmen	
bei K. W.:	$l_w = (F_w - F)R$	$l_w = (F - F_w)R$	(36)
bei K. O.:	$l_o = (F - F_o)R$	$l_o = (F_o - F)R.$	

Die Messung geschieht dabei so, dass man den beweglichen Faden erst auf eine Seite, dann auf die andere Seite des Mittelfadens (und ebenso für das Bild desselben) bringt, so dass nur eine feine Lichtlinie zwischen beiden bleibt; oder wenn man den beweglichen Doppelfaden ganz, oder nur einen Faden desselben zur einen und dann zur anderen Seite des Mittelfadens bringt, so dass man vier in gleichen Entfernungen befindliche Linien sieht; das Mittel aus den Lesungen bei symmetrischen Stellungen des beweglichen Fadens, welche sich bei Doppelfäden sehr scharf schätzen lassen, giebt die Lesung F, bezw. F_o, F_w. Da bei allen solchen Einstellungen oft starke persönliche Fehler auftreten, so empfiehlt es sich, die Messungen nach Aufsetzung eines Prismas auf das Ocular zu wiederholen, indem hierdurch die gleich zu schätzenden Zwischenräume rechts und links, bezw. oben und unten vertauscht werden.

Hat das Gestirn eine Scheibe, so wird man unter Benutzung des horizontalen Doppelfadens die Einstellung so machen, dass das Gestirn zwischen beiden Fäden hinläuft, wobei oben und unten gleiche Zwischenräume zwischen Faden und Rand bleiben, oder wobei über und unter dem oberen und unteren Faden gleiche Segmente der Scheibe erscheinen. Ist die Scheibe zu gross, so dass eine solche Einstellungsart nicht möglich ist, so muss man den Faden tangential an den Rand der Scheibe einstellen. Da die als Scheiben gesehenen Gestirne aber in einer messbaren Entfernung sind, so muss auch ihre Parallaxe berücksichtigt werden. Ist σ der Berührungspunkt des Randes mit dem Horizontalfaden, eingestellt in der Entfernung f vom Mittelfaden, und Q der Mittelpunkt des Gestirnes, so ist $PQ = 90° - \delta$ und $P\sigma = 90° - \delta \mp h'$, wo das obere oder untere Zeichen gilt, je nachdem man den oberen oder unteren Rand beobachtet hat. Dann erhält man aus dem Dreiecke $A\sigma P$ die Gleichungen:

$$\cos(c + f)\cos(\delta' - w) = \cos(\delta \pm h')\cos(t + \tau - m)$$
$$\sin(c + f)\sin(\delta' - w) = \sin(\delta \pm h')\cos n + \cos(\delta \pm h')\sin n \sin(t + \tau - m).$$

Um von der scheinbaren Deklination δ auf die geocentrische δ_0 überzugehen, hat man wieder

$$\Delta' \sin(\delta \pm h') = \Delta \sin(\delta_0 \pm h') - \rho \sin(\varphi' \pm h')$$
$$\Delta' \cos(\delta \pm h') = \Delta \cos(\delta_0 \pm h') - \rho \cos(\varphi' \pm h')$$

und damit

$$\tang(\delta' - w)\cos(t + \tau - m) = \tang(\delta \pm h')\cos n + \sin n \sin(t + \tau - m)$$
$$= \frac{\sin(\delta_0 \pm h') - \rho \sin\pi \sin(\varphi' \pm h')}{\cos(\delta_0 \pm h') - \rho \sin\pi \cos(\varphi' \pm h')}\cos n + \sin n \sin(t + \tau - m).$$

Setzt man hier $\cos n = 1$, $\sin n = n$, $t + \tau - m = x$, so wird

$$\sin(\delta_0 \pm h') - \rho \sin\pi \sin(\varphi' \pm h') =$$
$$= [\cos(\delta_0 \pm h') - \rho \sin\pi \cos(\varphi' \pm h')] [tang(\delta' - w) \cos x - n \sin x]$$
$$\sin(\delta_0 \pm h') - \cos(\delta_0 \pm h')\, tang(\delta' - w) = \rho \sin\pi \sin(\varphi' \pm h') -$$
$$- \rho \sin\pi \cos(\varphi' \pm h')\, tang(\delta' - w) -$$
$$-2\, tang(\delta' - w) \sin^2 \tfrac{1}{2} x [\cos(\delta_0 + h') - \rho \sin\pi \cos(\varphi' \pm h')] - n \sin x \cos(\delta_0 \pm h')$$

und wenn die Produkte $\sin\pi \sin^2 \frac{1}{2} x$ und $n \sin x$ vernachlässigt werden:

$$\sin(\delta_0 \pm h' - \delta' + w) = \rho \sin\pi \sin(\varphi' \pm h' - \delta' + w) - 2 \sin(\delta' - w) \cos(\delta_0 \pm h') \sin^2 \tfrac{1}{2} x$$

oder mit Vernachlässigungen derselben Ordnung

$$\sin(\delta_0 \pm h' - \delta' + w) = \rho \sin\pi \sin(\varphi' \pm h' - \delta) - \sin 2\delta \sin^2 \tfrac{1}{2} x.$$

Setzt man

$$\sin p = \rho \sin\pi \sin(\varphi' \pm h' - \delta), \tag{37}$$

so wird

$$\sin(\delta_0 \pm h' - \delta' + w) - \sin p = 2 \sin \tfrac{1}{2}(\delta_0 \pm h' - \delta' + w - p) \cos \tfrac{1}{2}(\delta_0 \pm h' - \delta' + w + p) =$$
$$= - \sin 2\delta \sin^2 \tfrac{1}{2} x$$

oder, da wie aus dieser Gleichung folgt, die Differenz von $\delta_0 \pm h' - \delta' + w$ und p von der Ordnung x^2 ist:

$$\delta_0 \pm h' - \delta' + w - p = - \frac{\sin 2\delta'}{\cos p} \sin^2 \tfrac{1}{2} x,$$

daher

$$\delta_0 = \delta' - \frac{\sin 2\delta'}{\cos p} \frac{\sin^2 \frac{1}{2} x}{arc\, 1''} - f\, tang\, J \mp h' + p. \tag{38}$$

Die ersten drei Glieder zusammen sind aber nichts anderes, als die wegen Abweichung des Parallels vom grössten Kreise und Neigung des Fadens corrigirte Lesung δ'; nennt man diese, wie früher δ, so wird

$$\delta_0 = \delta \pm h' + p, \tag{38 a}$$

wo p durch (37) bestimmt ist; p ist, wie man sieht, die Höhenparallaxe des Mittelpunktes, $\delta \pm h'$ die scheinbare Deklination desselben.

Die Deklination δ_0 gilt für die Zeit der Einstellung; um Rectascension und Deklination für dieselbe Epoche zu erhalten, reducirt man die letztere mit der aus den Ephemeriden zu entnehmenden Bewegung in Deklination auf die Zeit des Meridiandurchganges; ist $\Delta\delta$ der Zuwachs der Deklination in einer Stunde mittlerer Zeit, so ist der Zuwachs in einer Secunde Sternzeit.

$$\frac{\Delta\delta}{60 \times 60 \times 1{\cdot}00273791} = \frac{\Delta\delta}{3609{\cdot}85648} = (6{\cdot}442510 - 10)\Delta\delta,$$

daher die Reduction auf die Zeit des Meridiandurchganges

$$(6{\cdot}442510 - 10)\Delta\delta(t_0 + \tau_0),$$

wobei t_0 und τ_0 die auf pag. 12 angeführte Bedeutung haben. N. Herz.

Methode der kleinsten Quadrate. 1. Die Theorie der Instrumente hat im wesentlichen den Zweck, den Einfluss zu ermitteln, welchen Abweichungen der Instrumente von allen jenen theoretisch geforderten Bedingungen, die selbst durch die feinsten mechanischen Hilfsmittel unmöglich zu erfüllen sind, in den Resultaten herbeiführen. Die Nichtberücksichtigung dieser Abweichungen bringt in den Resultaten systematische Fehler hervor, welche je nach der Gattung der Fehlerquellen ein bestimmtes Gesetz befolgen (allmählich anwachsen, dann wieder fallen, oder einen gesetzmässigen Gang zeigen) oder auch constant sind. So oft sich in den Resultaten systematische Fehler

zeigen, wird man stets auf eine gesetzmässig wirkende Ursache schliessen, und sein Augenmerk auf die Eruirung derselben zu wenden haben, so lange aber eine solche nicht gefunden ist, das Gesetz der Abweichungen empirisch bestimmen (durch Reihen, oder als analytische Function, oder durch empirisch ausgeglichene Curven) und bei der Vergleichung verschiedener concurrirender Resultate hierauf entsprechend Rücksicht zu nehmen haben.

Wesentlich von dieser Art der Abweichungen verschieden sind gewisse, vollständig unregelmässig und gesetzlos vertheilte Abweichungen verschiedener Beobachtungen untereinander, die bald positiv, bald negativ, bald grösser, bald kleiner sind, und die einerseits der Unvollkommenheit unserer Sinne und andererseits gewissen vollkommen unregelmässig wechselnden äusseren Zuständen (der Luft, des Erdbodens u. s. w.) entspringen. Unter allen den erhaltenen Resultaten muss und wird nicht gerade eines das richtige sein, und es ist uns schlechterdings unmöglich, aus dem blossen Anblick der verschiedenen Resultate zu schliessen, ob eines derselben und welches das richtige, wahre ist. Im Gegentheile muss man annehmen, dass alle erhaltenen Resultate gleiches Recht auf Berücksichtigung haben, und dass möglicherweise alle mit jenen unregelmässigen Abweichungen behaftet sind, welche man als zufällige Beobachtungsfehler oder Beobachtungsfehler schlechtweg bezeichnet. Als wesentlicher Charakter derselben gilt also die vollständige Gesetzlosigkeit in der Vertheilung derselben, sowohl dem Zeichen als der Grösse nach.

Kann man hiernach überhaupt nicht den wahren Werth des gesuchten Resultates finden, so handelt es sich darum, den wahrscheinlichsten Werth zu ermitteln. Dieses kann natürlich nicht in dem Sinne verstanden werden, dass man durch Versuche oder durch gute Uebereinstimmung einzelner Resultate diese für sicherer hält, oder dass man durch scheinbar logische, manchmal aber selbst sophistische Schlüsse zu dem wahrscheinlichsten Werthe zu gelangen sucht, sondern dass man nach den Gesetzen der mathematischen Wahrscheinlichkeit aus allen Beobachtungen dasjenige Resultat sucht, welches man als dem wahren am nächsten kommend anzusehen berechtigt und bemüssigt ist[1]).

---

[1]) Die im Folgenden verwendeten Grundsätze der Wahrscheinlichkeitsrechnung mögen hier zusammengestellt werden.

1. Die mathematische Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen eines von mehreren Ereignissen ist gegeben durch das Verhältniss der diesem günstigen Fälle g zu allen möglichen Fällen m, also $W = \frac{g}{m}$. Die Wahrscheinlichkeit, aus einer Urne, in welcher sich w weisse, s schwarze, r rothe, b blaue Kugeln befinden, eine weisse Kugel zu ziehen, W_1, bezw. die für das Ziehen einer schwarzen Kugel W_2 sind:

$$W_1 = \frac{w}{w+s+r+b}; \qquad W_2 = \frac{s}{w+s+r+b}$$

$W = 1$ bedeutet daher die mathematische Gewissheit.

Ist die Wahrscheinlichkeit W bekannt, so wird man erwarten können, dass unter n Fällen ein Ereigniss Wn mal eintrifft; die in der Wirklichkeit eintretenden Zahlen werden sich diesen theoretisch bestimmten um so mehr nähern, je grösser n ist (Gesetz der grossen Zahlen).

2. Umgekehrt lässt sich daher aus den Erfahrungen selbst ein Schluss auf die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses ziehen. Ist dasselbe unter n Fällen m mal eingetroffen, so ist die Wahrscheinlichkeit des Ereignisses $W = \frac{m}{n}$ und man kann daraus hypothetisch schliessen, dass dem Ereignisse m Fälle unter n möglichen Fällen günstig sind. Sind z. B. in einer Urne

Handelt es sich um eine grosse Zahl direkt aus Beobachtungen ermittelter Resultate, so wird seit den ältesten Zeiten als der wahrscheinlichste Werth das arithmetische Mittel aller Beobachtungen angesehen So einfach, natürlich und scheinbar einleuchtend dieses ist, so liegen hier schon zwei der Erfahrung entnommene Elemente, die zunächst einer Erörterung bedürfen, zu Grunde.

Was sind direkt der Beobachtung entnommene Resultate? Wird eine gemessene Zenithdistanz zur Ableitung von astronomischen Constanten verwendet, so erscheint die Zenithdistanz als ein direkt der Beobachtung entnommenes Resultat; ebenso ein gemessener Winkel, welcher als Theilbestandtheil einer Triangulation gilt, u. s. w. Sieht man aber näher zu, so ist die Sache nicht so einfach. Die gemessene Zenithdistanz, der gemessene Winkel sind das Resultat zweier Einstellungen auf zwei verschiedene Objecte, im ersten Falle Stern und Nadir, im zweiten Falle zwei irdische Gegenstände; jede Einstellung selbst setzt sich zusammen aus der Einstellung des Objectes zwischen den Fäden und der Ablesung am Kreise. Eine Bahnbestimmung gründet sich auf gemessene Rectascensionen und Deklinationen eines Gestirnes; diese sind hierfür die unmittelbar der Beobachtung entnommenen Daten; sie sind aber selbst Resultate von Vergleichungen mit Sternen: die Fehler der Beobachtungen sind zusammengesetzt aus den Fehlern in den Positionen der Vergleichsterne und den Fehlern der mikrometrischen Messung. Hieraus folgt: Als der Beobachtung unmittelbar entnommene Daten sind je nach dem Zwecke und der Ausdehnung der Untersuchung (Untersuchungen über die Grösse der Messungsfehler einzelner Zenithdistanzen oder Winkel an einem gegebenen Instrumente oder Untersuchungen über die Einstellungsfehler am Fernrohre und der Theilstriche am Kreise; Untersuchungen über die Fehler, welche eine ermittelte Bahn in den beobachteten Positionen eines Planeten oder Kometen übrig lässt oder aber über die Fehler einer mikrometrischen Messung, eines Fadenantritts) die durch eine gewisse Operation oder eine gewisse Gruppe von gleichartig sich bei jeder

---

weisse, schwarze, rothe, blaue Kugeln, so haben vorerst die beiden Hypothesen, dass man in einem Zuge eine weisse Kugel zieht oder dass man eine schwarze zieht, ganz gleiche Wahrscheinlichkeit für sich. Hat man aber unter n_1 Zügen w weisse, unter n_2 Zügen s schwarze Kugeln gezogen, ohne dass man dabei auf die Farbe der übrigen Kugeln Rücksicht genommen hat, so erhält man die Wahrscheinlichkeiten $W_1 = \frac{w}{n_1}$ für das Ziehen einer weissen und $W_2 = \frac{s}{n_2}$ für das Ziehen einer schwarzen Kugel; nach diesen Versuchen haben die beiden angeführten Hypothesen nicht mehr die gleiche Wahrscheinlichkeit; es verhalten sich die Wahrscheinlichkeiten derselben wie $W_1 : W_2$; die Wahrscheinlichkeit zweier einander ausschliessenden Hypothesen ist proportional der empirisch erhaltenen Wahrscheinlichkeit der denselben entsprechenden Ereignisse.

3. Sind W_1, W_2, W_3 . . . die Wahrscheinlichkeiten für das Eintreffen der Ereignisse A, B, C . . . , so ist die Wahrscheinlichkeit, dass entweder A oder B oder C eintrifft $W = W_1 + W_2 + W_3$. Beispielsweise ist die Wahrscheinlichkeit für das Ziehen einer weissen oder einer schwarzen Kugel $W = W_1 + W_2 = \frac{w + s}{w + s + b + r}$, indem $w + s$ die Zahl der beiden Ereignissen günstigen Fälle ist.

4. Die Wahrscheinlichkeit für das gleichzeitige Eintreffen der Ereignisse A, B ist $W = W_1 W_2$; ist nämlich $W_1 = \frac{g_1}{m_1}$; $W_2 = \frac{g_2}{m_2}$, so werden alle möglichen Combinationen für das Eintreffen von Ereignissen der ersten und zweiten Art $m_1\ m_2$ sein; hingegen sind die dem Zusammentreffen günstigen Fälle $g_1\ g_2$ an Zahl.

Messung wiederholenden Operationen erhaltenen Resultate anzusehen. Jede solche aus einer abgeschlossenen Gruppe bestehende Messung, welche als Fundament für irgend eine Untersuchung dient, und deren Beobachtungsfehler demnach als Element der Ausgleichung angesehen wird, soll eine »einfache Beobachtung« genannt werden. Für diese Auffassung spricht auch der Umstand, dass der Fehler einer jeden Beobachtung eine wenn auch nicht direct bestimmbare, so doch jedenfalls unzweideutig bestimmte Grösse ist, und man daher den Fehler einer gewissen Beobachtung A wenigstens innerhalb der Grenzen der Unsicherheit der Methode identisch finden muss, gleichgiltig ob man ihn durch Vergleichung vieler gleichartiger Beobachtungen derselben Art A allein (diese als einfache Beobachtungen aufgefasst) oder aus der Berücksichtigung der Elementaroperationen, aus denen A sich aufbaut, ableitet.

Die zweite Erörterung betrifft die Frage nach dem arithmetischen Mittel. Als die einfachste Combination aller einfachen Beobachtungen erfreut es sich eines hohen Alters. Gauss führt dasselbe als Begründung der Methode der kleinsten Quadrate mit den Worten ein: »pro cujus valore correcto itaque assumere conveniet medium arithmeticum inter illas determinationes, quatenus quidem nulla adest ratio, cur unam alteramve praeferamus«[1]). Seither wurde dieser Satz von Vielen[2]) der Theorie der Fehlerausgleichungen als Axiom zu Grunde gelegt. Und in der That ist dieses die einzige Form, in welcher sich die Methode der kleinsten Quadrate begründen lässt, denn der Satz ist nicht nur nicht beweisbar, sondern es lassen sich auch ganz andere, fast ebenso einfache und ebenso natürliche Formen für den wahrscheinlichsten Werth einer direkt aus einfachen Beobachtungen abgeleiteten Grösse geben, welche aber auf ganz andere Darstellungen führen, beispielsweise das geometrische Mittel.

Seien die Einzelresultate einer aus direkten Messungen erhaltenen Grösse $a_1, a_2, \ldots a_n$, so kann man als den wahrscheinlichsten Werth

$$x = \frac{1}{n}(a_1 + a_2 + \ldots . + a_n) \tag{1}$$

oder

$$x = \sqrt[n]{a_1\, a_2\, a_3 \ldots . a_n} \tag{1a}$$

ansehen; man nennt dann die Unterschiede

$$x - a_1 = v_1; \qquad x - a_2 = v_2; \ldots . x - a_n = v_n \tag{2}$$

die übrigbleibenden Fehler, und man hat im ersten Falle, wie man leicht findet

$$v_1 + v_2 + \ldots . + v_n = 0. \tag{3}$$

Die Gleichung (1a) giebt, wenn man die Abweichungen von der Einheit

$$\frac{x}{a_1} - 1 = v_1'; \qquad \frac{x}{a_2} - 1 = v_2' \ldots . \frac{x}{a_n} - 1 = v_n' \tag{1b}$$

nennt:

$$(1 + v_1')(1 + v_2') \ldots . (1 + v_n') = 1, \tag{3a}$$

oder mit Vernachlässigung der zweiten und höheren Potenzen der v' wieder die Gleichung (3). Sieht man aber zur theoretischen Ableitung des Fehlergesetzes alle Fehler als möglich, wenn auch nicht gleich wahrscheinlich an, so müssen auch Fehler als zulässig erklärt werden, für welche im zweiten Falle die

---

[1]) »Theoria motus corporum coelestium«, Werke, Bd. VII, pag. 226.

[2]) Vergl. z. B. v. Oppolzer, »Lehrbuch zur Bahnbestimmung von Planeten und Kometen«, II. Bd., pag. 276; Herr, »Lehrbuch der sphärischen Astronomie«, pag. 7; Brünnow, »Lehrbuch der sphärischen Astronomie«, pag. 44, u. a.

Gleichung (3) nicht mehr gilt. Es folgt aber hieraus, dass das Fehlergesetz, auf welches man unter der Annahme des Axioms (3) geführt wird, nur für jene Fälle als beiden Hypothesen genügend angesehen werden kann (ob auch anderen ist hiermit noch keineswegs entschieden), wenn die Fehler v_1', v_2' . . . v_n' hinreichend klein sind, jedenfalls viel kleiner als die Einheit, also die Fehler v_1, v_2 . . . v_n viel kleiner als die aus der Beobachtung erhaltenen Werthe a_1, a_2, . . . a_n; mit anderen Worten: wenn der wahrscheinliche Fehler des Resultates wesentlich kleiner ist als dieses selbst. In allen Fällen, wo dieses nicht der Fall ist, bleibt das Resultat ein auf Grundlage der angenommenen Theorie erhaltenes, welches sich von der Wahrheit und selbst der Wahrscheinlichkeit noch sehr beträchtlich entfernen kann.

Es treten daher auch wiederholt Versuche auf, die Theorie in anderer Weise zu begründen, unter denen insbesondere die Methode von LAPLACE und von HAGEN zu erwähnen sind; doch kann an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen werden[1]).

2. Aus den Begriffen des zufälligen Fehlers ergiebt sich unmittelbar, dass unter einer sehr grossen Anzahl von Beobachtungsfehlern gleich viel positive und negative auftreten werden, da im entgegengesetzten Falle schon auf eine constante Fehlerquelle geschlossen werden müsste. Dem Begriffe des »Fehlers« zufolge als einer durch die Unvollkommenheit der Sinne und der äusseren Umstände erzeugten Abweichung, müssen die Fehler stets mässig bleiben, und kleinere Abweichungen wahrscheinlicher sein, als grössere, und man muss annehmen, dass die Fehler stets unter einer gewissen, allerdings nicht strenge angebbaren Grenze bleiben müssen. Jede abnorm grosse Abweichung unter einer sehr grossen Zahl kleinerer wird stets auf eine Abnormität in den begleitenden Umständen schliessen lassen, und wenn auch theoretisch ein solcher Fehler gerade nicht auszuschliessen ist, so wird er praktisch als eine das wirkliche Resultat durchaus nicht darstellende Beobachtung angesehen werden dürfen. Jedenfalls wird die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Fehlers Δ eine Function dieses Fehlers $\varphi(\Delta)$ sein, und wenn man in dieser analytischen Form eine continuirliche Function erhält, so wird dieselbe nicht ausserhalb der praktisch zulässigen Fehlergrenzen die Wahrscheinlichkeit Null geben können. Im Gegentheil wird es die Continuität der Function mit sich bringen[2]), dass jeder noch so grosse Fehler mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit behaftet ist; doch wird man die Function $\varphi(\Delta)$ als die Wahrscheinlichkeit des Fehlers immerhin betrachten können, wenn nur für grosse Δ der Werth derselben äusserst klein und praktisch verschwindend wird.

Die Wahrscheinlichkeit, dass der Fehler zwischen zwei Grenzen liegt, ist um so grösser, je weiter diese Grenzen auseinander liegen; innerhalb des unendlich kleinen Intervalles $d\Delta$ aber kann man die Wahrscheinlichkeit für das

---

[1]) Man vergl. A. MEYER, »Vorlesungen über die Wahrscheinlichkeitsrechnung«, deutsch von E. CZUBER, pag. 245 und pag. 441.

[2]) Die Einführung von discontinuirlichen Functionen, z. B. des DIRICHLET'schen Discontinuitätsfaktors $\frac{2}{\pi}\int_0^\infty \frac{\sin\lambda\cos\lambda x}{\lambda}\,d\lambda$ hätte vielleicht manches für sich, doch sind ausgedehnte Untersuchungen in dieser Richtung bisher noch nicht durchgeführt. Ueber den Einfluss von systematische Fehler erzeugenden Ursachen vergl. BESSEL: »Untersuchungen über die Wahrscheinlichkeit der Beobachtungsfehler«, Astron. Nachr. Bd. 15, pag. 369 oder Werke, II. Bd., pag. 372.

Eintreffen jedes Fehlers von der Grösse Δ bis $\Delta + d\Delta$ constant gleich $\varphi(\Delta)$ setzen; daher wird die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fehler zwischen den Grenzen Δ und $\Delta + d\Delta$ ist, gleich $\varphi(\Delta)d\Delta$ und die Wahrscheinlichkeit, dass er zwischen den Grenzen Δ' und Δ'' liegt

$$\int_{\Delta'}^{\Delta''} \varphi(\Delta)\, d\Delta.$$

Nun werden alle Fehler zwischen zwei Grenzen $\pm c$ liegen, und es müsste daher die Wahrscheinlichkeit, dass der Fehler innerhalb dieser Grenzen bleibt, gleich der Gewissheit, also gleich 1 sein; allein der Werth von c ist wohl a priori nicht angebbar; jedenfalls aber liegt der Fehler zwischen $\pm \infty$, welche Voraussetzung auch die frühere, der vom theoretischen Standpunkte aus zulässigen beliebig grosser Fehler in sich schliesst. Man hat daher

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(\Delta)\, d\Delta = 1. \tag{1}$$

Sind bei einer Reihe von Beobachtungen die Resultate $a_1, a_2 \ldots a_n$ erhalten worden, und nimmt man einen willkürlichen Werth x als den wahren an, so bleibt ein Fehlersystem

$$\Delta_1 = x - a_1; \quad \Delta_2 = x - a_2 \;\ldots\ldots\; \Delta_n = x - a_n;$$

jeder dieser Fehler hat eine durch $\varphi(\Delta_1)$, $\varphi(\Delta_2) \ldots \varphi(\Delta_n)$ bestimmte Wahrscheinlichkeit, und die Wahrscheinlichkeit für das Zusammentreffen gerade dieser Fehler ist

$$W = \varphi(\Delta_1)\cdot\varphi(\Delta_2)\cdot\varphi(\Delta_3) \;\ldots\; \varphi(\Delta_n).$$

Für jeden, beliebig angenommenen Werth x wird W einen anderen Werth erhalten, und unter allen Annahmen über x ist diejenige die wahrscheinlichste, für welche W ein Maximum wird; hierfür muss der Differentialquotient von W nach x verschwinden. Beachtet man, dass

$$\frac{d\varphi(\Delta_i)}{dx} = \frac{d\varphi(\Delta_i)}{d\Delta_i}\frac{d\Delta_i}{dx} = \frac{d\varphi(\Delta_i)}{d\Delta_i}$$

ist, so erhält man durch logarithmische Differentiation:

$$\frac{1}{W}\frac{dW}{dx} = \frac{1}{\varphi(\Delta_1)}\frac{d\varphi(\Delta_1)}{d\Delta_1} + \frac{1}{\varphi(\Delta_2)}\frac{d\varphi(\Delta_2)}{d\Delta_2} + \ldots + \frac{1}{\varphi(\Delta_n)}\frac{d\varphi(\Delta_n)}{d\Delta_n} = 0. \tag{2}$$

Setzt man nun für den Augenblick

$$\frac{1}{\varphi(\Delta)}\frac{d\varphi(\Delta)}{d\Delta} = f(\Delta),$$

so wird diese Gleichung

$$f(\Delta_1) + f(\Delta_2) + f(\Delta_3) + \ldots\ldots + f(\Delta_n) = 0. \tag{2a}$$

Diese Gleichung gestattet eine Bestimmung der Function φ, wenn man für einen gegebenen Fall den wahrscheinlichsten Werth anzugeben in der Lage ist, z. B. unter Zugrundelegung des Axioms vom arithmetischen Mittel. Zieht man die für diesen Fall bestehende Gleichung 1 (3) in Betracht, setzt den aus dieser Gleichung folgenden Werth von Δ_n in (2a) ein, und differenzirt nach Δ_i, so folgt wegen $\frac{\partial \Delta_n}{\partial \Delta_i} = -1$:

$$\frac{df(\Delta_i)}{d\Delta_i} + \frac{df(\Delta_n)}{d\Delta_n}\frac{d\Delta_n}{d\Delta_i} = \frac{df(\Delta_i)}{d\Delta_i} - \frac{df(\Delta_n)}{d\Delta_n} = 0$$

und da $i = 1, 2, 3 \ldots n-1$ sein kann:

$$\frac{df(\Delta_1)}{d\Delta_1} = \frac{df(\Delta_2)}{d\Delta_2} = \frac{df(\Delta_3)}{d\Delta_3} = \ldots = \frac{df(\Delta_n)}{d\Delta_n}.$$

Da hier jedes Glied eine blosse Function des einen Fehlers Δ ist, dieser aber beliebig sein kann, so ist dieses Gleichungssystem nur erfüllbar, wenn

$$\frac{df(\Delta)}{d\Delta} = k; \qquad f(\Delta) = \frac{1}{\varphi(\Delta)} \frac{d\varphi(\Delta)}{d\Delta} = k\Delta + c$$

ist. Substituirt man diesen Werth in (2a), so resultirt die Gleichung 1 (2) mit dem Zusatz nc, woraus folgt, dass $c = 0$ ist; dann wird:

$$\frac{1}{\varphi(\Delta)} \frac{d\varphi(\Delta)}{d\Delta} = k\Delta; \qquad log_n\, \varphi(\Delta) = \tfrac{1}{2} k\Delta^2 + log_n\, \varkappa$$

$$\varphi(\Delta) = \varkappa\, e^{\frac{1}{2}k\Delta^2}$$

als Fehlergesetz. $\varphi(\Delta)$ wird für positive k mit Δ immer grösser und für unendlich grosse Δ selbst unendlich, hingegen für negative k mit wachsenden Δ sehr rasch kleiner, und für $\Delta = \infty$ verschwinden; es muss daher k negativ sein; setzt man $\frac{1}{2} k = -h^2$, so folgt

$$\varphi(\Delta) = \varkappa\, e^{-h^2\Delta^2}. \tag{3}$$

Vergleichsweise soll hier noch der Fall erörtert werden, dass man das geometrische Mittel als den wahrscheinlichsten Werth direkter, gleich guter Beobachtungen ansehen würde. Dann folgt aus der Gleichung 1 (3a):

$$\frac{d\Delta_n}{d\Delta_i} = -\frac{1 + \Delta_n}{1 + \Delta_i}$$

und damit aus der Gleichung (2a)

$$\frac{df(\Delta_i)}{d\Delta_i} - \frac{1 + \Delta_n}{1 + \Delta_i} \frac{df(\Delta_n)}{d\Delta_n} = 0$$

$$(1 + \Delta) \frac{df(\Delta)}{d\Delta} = k; \qquad f(\Delta) = k\, log_n (1 + \Delta) + c$$

und indem sich wie vorher $c = 0$ findet:

$$\begin{aligned} log_n \varphi(\Delta) &= k \int log_n (1 + \Delta)\, d\Delta + log_n\, \varkappa \\ &= k(1 + \Delta)\,[log_n (1 + \Delta) - 1] + log_n\, \varkappa \end{aligned}$$

$$\varphi(\Delta) = \varkappa\, e^{k(1+\Delta)[log_n(1+\Delta)-1]}. \tag{3a}$$

Entwickelt man hier den Exponenten unter der Voraussetzung kleiner Δ in eine Reihe, und setzt $\varkappa$ für den constanten Faktor $\varkappa\, e^{-k}$, so erhält man mit $\frac{1}{2} k = -h^2$

$$\varphi(\Delta) = \varkappa\, e^{-h^2\Delta^2 + \frac{2}{2\cdot 3} h^2\Delta^3 - \frac{2}{3\cdot 4} h^2\Delta^4 + \cdots} \tag{3b}$$

Dieses Gesetz unterscheidet sich von dem Gesetze (3) in einem Punkte wesentlich: in diesem ist die Wahrscheinlichkeit für gleich grosse positive und negative Fehler dieselbe; nach (3b) jedoch ist die Wahrscheinlichkeit für negative Fehler etwas kleiner als für positive. Genau dasselbe Resultat aber hätte man erhalten, wenn man $\frac{x}{a_1} - 1 = -\Delta_1$ u. s. w. gesetzt hätte; da aber unter diesen beiden Annahmen die Fehler entgegengesetzt bezeichnet sind, so folgt, dass das geometrische Mittel im Sinne der mathematischen Wahrscheinlichkeit nicht als das wahrscheinlichste Resultat betrachtet werden kann. Hingegen würde ein Fehlergesetz von der Form

$$\varphi(\Delta) = \varkappa\, e^{-h^2\Delta^2 \pm h'^2\Delta^4 \pm h''^2\Delta^6}$$

unter Umständen als zulässig angesehen werden können, worauf jedoch hier nicht weiter eingegangen werden kann[1]).

---

[1]) Ueber die Heranziehung der n Potenzen der Fehler zur Bestimmung des wahrscheinlichsten Werthe vergl. z. B. ENCKE im »Berliner Astronomischen Jahrbuch« für 1834, pag. 289. Ueber andere Fehlergesetze vergl. BESSEL in den »Astron. Nachrichten«, Bd. 15, No. 358, 359 und 375, und BRUNS in den »Astron. Nachrichten«, Bd. 143, pag. 329.

Der Werth von $\varkappa$ in Gleichung (3) lässt sich mit Hilfe von (1) bestimmen. Da nämlich[1])

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-t^2}\, dt = \sqrt{\pi}$$

ist, so wird durch die Substitution $h\Delta = t$:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(\Delta)\, d\Delta = 1 = \frac{\varkappa}{h}\sqrt{\pi}; \qquad \varkappa = \frac{h}{\sqrt{\pi}}$$

folglich

$$\varphi(\Delta) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2\Delta^2}. \tag{4}$$

Die Wahrscheinlichkeit, das ein Fehler zwischen den Grenzen $-\gamma$ und $+\gamma$ liegt, d. h. dass sein absoluter Werth kleiner als γ ist, ist hiernach:

$$W_\gamma = \int_{-\gamma}^{+\gamma} \varphi(\Delta)\, d\Delta = \frac{2h}{\sqrt{\pi}} \int_0^\gamma e^{-h^2\Delta^2}\, d\Delta;$$

substituirt man hier $h\Delta = t$, so wird

$$W_\gamma = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{h\gamma} e^{-t^2}\, dt.$$

Für ein anderes Fehlersystem, für welches die Constante h' ist, ist die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers δ ebenso:

$$W_\delta = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{h'\delta} e^{-t^2}\, dt.$$

Soll nun in dem ersten Fehlersystem ein Fehler γ ebenso wahrscheinlich sein, wie in dem zweiten Fehlersystem ein Fehler δ, so muss, da das bestimmte Integral nur von der oberen Grenze abhängt:

$$h\gamma = h'\delta; \quad h : h' = \delta : \gamma$$

sein; die Constanten h, h' für verschiedene Fehlersysteme verhalten sich also umgekehrt wie Fehler gleicher Wahrscheinlichkeit. Ist aber z. B. $\gamma > \delta$, d. h. in dem ersten Fehlersystem ein grösserer Fehler ebenso wahrscheinlich wie in dem zweiten ein kleinerer, so besagt dies offenbar, dass die erste Beobachtungsreihe weniger genau ist; es hängt daher die Genauigkeit der Beobachtungen mit dem Werthe der Constante h zusammen, und zwar wird für $\gamma > \delta : h < h'$, dem Fehlersystem mit grösseren Fehlern, also geringerer Genauigkeit, entspricht ein kleineres h; h wurde daher von GAUSS das Maass der Präcision genannt.

Die Wahrscheinlichkeit des Fehlers $\Delta = 0$ ist nach (4): $\varphi(0) = \frac{h}{\sqrt{\pi}}$; somit

$$\varphi(\Delta) : \varphi(0) = e^{-h^2\Delta^2};$$

Hieraus folgt, dass, wenn man für gewisse Beobachtungen gefunden hat, dass sich die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers Δ zur Wahrscheinlichkeit des Fehlers Null verhält wie $e^{-q\Delta^2} : 1$ man daraus für das Maass der Präcision $h = \sqrt{q}$ anzunehmen hat.

---

[1]) Vergl. hierüber die Handbücher der Mathematik.

Hat man eine Tafel des Integrales

$$J(x) = \int_0^x e^{-t^2} dt,$$

so wird man die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers aus einem Fehlersystem, d. h. aus einer Beobachtungsreihe, für welche das Maass der Präcision h ist, durch den Ausdruck

$$W(\gamma) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} J(h\gamma)$$

finden; h ist aber zunächst nicht bekannt, sondern nur eine Verhältnisszahl für gleich wahrscheinliche Fehler. Will man daher ihren numerischen Werth haben, so ist es nöthig, für verschiedene Beobachtungsreihen gleich wahrscheinliche Fehler zu suchen, wobei es gleichgültig ist, welche Fehler man zu Grunde legt, wenn sie nur die gleiche Wahrscheinlichkeit haben. Als solche wählt man zweckmässig diejenigen Fehler r, für welche $W(r) = \frac{1}{2}$ ist. Dabei ist also die Wahrscheinlichkeit, dass der Fehler zwischen 0 und r liegt, gleich $\frac{1}{2}$, daher auch die Wahrscheinlichkeit, dass der Fehler zwischen r und ∞ liegt, gleich $\frac{1}{2}$, demnach werden aus der ganzen Reihe der Fehler ebenso viele über als unter r liegen; man nennt diesen nach GAUSS den wahrscheinlichen Fehler, er ist definirt durch die Gleichung:

$$\frac{2}{\sqrt{\pi}} J(hr) = \frac{1}{2} = 0\cdot5; \qquad J(hr) = \tfrac{1}{4}\sqrt{\pi} = 0\cdot4431134627.$$

Hat man eine Tafel des Integrales $J(x)$[1]) oder eine Tafel der Function $\frac{2}{\sqrt{\pi}} J(x)$[2]), so kann man das Argument $\rho = hr$ finden, für welches diese Gleichung erfüllt ist; aus der v. OPPOLZER'schen Tafel folgt:

$$\rho = hr = 0\cdot4769362761 \tag{5}$$

und dann ist

$$r = \frac{\rho}{h}; \qquad h = \frac{\rho}{r} \tag{5a}$$

Hat man daher den wahrscheinlichen Fehler, so erhält man daraus das Maass der Präcision und umgekehrt.

Unmittelbar ist hieraus ersichtlich, dass man Beobachtungen mit einander vergleichen kann, deren wahrscheinliche Fehler in derselben Einheit ausgedrückt sind (z. B. alle in Winkelmaass oder alle in Längenmaass). Ist aber z. B. r im Winkelmaass, r' im Längenmaass ausgedrückt, so sind dieselben nicht vergleichbar. Man kann ebenso wenig davon sprechen, dass ein Winkel genauer oder weniger genau gemessen ist, als eine Strecke, wie man davon sprechen kann, dass der Winkel selbst grösser oder kleiner ist, als die Strecke. Auch die Angabe des Fehlers in Bruchtheilen des gemessenen Objektes ist nicht maassgebend, denn der Fehler eines Winkels von 20° und 70° ist, *caeteris paribus* derselbe. Will man demnach derartige heterogene Messungen auf ihre Genauigkeit vergleichen, so muss man auf die Elementaroperationen (Einstellung zwischen Fäden, Ablesung auf Theilungen) zurückgehen. Hat man z. B. zur Winkel-

---

[1]) Eine solche findet sich auf zehn Decimalen in v. OPPOLZER »Lehrbuch zur Bahnbestimmung«, II. Bd., pag. 587.

[2]) Eine solche giebt ENCKE im »Berliner Astronomischen Jahrbuch« für 1834 auf fünf Decimalen und MEYER, l. c., pag. 545 auf 7 Decimalen.

messung ein Universalinstrument, mit einem Kreise von 15 *cm* Halbmesser, bei welchen die Theilung von 5 zu 5 Minuten geht, so dass die Entfernung zweier Theilstriche 0·2185 *mm* ist, und geschieht die Ablesung mittels Mikroskopen deren Schraube das Intervall in 5 Theile theilt, und ist die Trommel in 60 Theile getheilt, so dass man Secunden ablesen kann, so werden diese mit derselben Schärfe abgelesen, wie man bei der Messung mittels Messstangen und Comparator die Länge von 0·001 *mm* erhält, wenn 1 *mm* auf der Messstange in 5 Theile getheilt ist, die Mikroskopschrauben des Comparators das Intervall in 4 Theile theilen würden, und der Kopf der Schraube in 50 Theile getheilt wäre[1]. Dadurch erhält man aber nur eine einfache Winkelmessung, bezw. eine Strecke von der Länge der Messstange, und zur Vergleichung der Genauigkeit der Resultate von Triangulationen durch Winkel- bezw. Längenmessungen muss noch auf die Zahl der dazu nöthigen Operationen und auf den Einfluss der directen Messungen auf die gesuchten Grössen Rücksicht genommen werden.

Ist r der wahrscheinliche Fehler einer einfachen Beobachtung und drückt man den Fehler γ in Theilen derselben aus, so dass

$$\gamma = nr$$

ist, so wird

$$W(\gamma) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} J(h\gamma) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} J(hnr) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} J(n\rho).$$

Da ρ eine Constante ist, so kann man das Integral J als Function von n darstellen, und erhält dann für jeden Fehler γ die Wahrscheinlichkeit, sobald derselbe in Theilen des wahrscheinlichen Fehlers ausgedrückt ist. Eine solche Tafel auf 4 Decimalen findet sich in Herr, »Lehrbuch der sphärischen Astronomie«, pag. 15, welche ich verkürzt hier anführe:

Tafel der $J(n\rho) = J(0{\cdot}47694\,n)$

$n =$	·0	·1	·2	·3	·4	·5	·6	·7	·8	·9	·0
0	0·000	0·054	0·107	0·160	0·213	0·264	0·311	0·363	0·410	0·456	0·500
1	0·500	0·542	0·582	0·619	0·655	0·688	0·719	0·748	0·775	0·800	0·823
2	0·823	0·843	0·862	0·879	0·894	0·908	0·920	0·931	0·941	0·950	0·957
3	0·957	0·963	0·969	0·974	0·978	0·982	0·985	0·987	0·990	0·992	0·993.

Für $n = 1$, d. h. $\gamma = r$ ist, wie selbstverständlich, $W(\gamma) = 0{\cdot}5$. Man entnimmt dieser Tafel leicht, dass unter 1000 einfachen Beobachtungen der Fehler 54 Mal zwischen $0{\cdot}0r$ und $0{\cdot}1r$, 53 Mal zwischen $0{\cdot}1r$ und $0{\cdot}2r$ . . . z. B. 23 Mal zwischen $1{\cdot}8r$ und $1{\cdot}9r$ u. s. w. liegt.

Das arithmetische Mittel aller Fehler wird, da positive und negative Fehler gleich wahrscheinlich sind, um so näher der Null sein, je grösser die Zahl der betrachteten einfachen Beobachtungen ist. Nimmt man aber alle Fehler ihrem absoluten Betrage nach, also positiv, so erhält man in dem Mittel aller Werthe einen Maassstab für die durchschnittliche Grösse des Fehlers, und nennt auch das arithmetische Mittel aller mit dem absoluten Betrage genommenen Fehler den **durchschnittlichen Fehler**; er ist, wenn man den absoluten Betrag einer Grösse durch Einschliessen in Klammern bezeichnet:

$$\eta = \frac{1}{n} [(\Delta_1) + (\Delta_2) + (\Delta_3) + \ldots + (\Delta_n)]. \qquad (6a)$$

[1] Ohne Rücksicht auf die Brauchbarkeit dieses Theilungsmodus für die Praxis.

Man kann sich hierbei auch auf die positiven Fehler beschränken, und die negativen ganz weglassen, da die Summe der negativen Fehler wenigstens äusserst nahe derjenigen der positiven sein muss.

Der Einfluss des Zeichens verschwindet, wenn man die Fehler quadrirt. Das arithmetische Mittel aus den Quadraten aller Beobachtungsfehler giebt das Quadrat des sogen. mittleren Fehlers; dieser ist also definirt durch

$$\varepsilon^2 = \frac{1}{n}(\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \ldots . \Delta_n^2). \tag{6b}$$

Da die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers zwischen den Grenzen v und $v + dv$ gleich $\varphi(v)dv$ ist, so sind unter n Fehlern $n\varphi(v)dv$ Fehler von der Grösse v; um nun, n sehr gross vorausgesetzt, so dass die äusserste Fehlergrenze γ theoretisch gleich unendlich gesetzt werden kann, das Mittel aus allen positiven Fehlern, bezw. das Mittel aus allen Fehlerquadraten zu bilden, hat man jeden Fehler oder sein Quadrat so oft zu setzen, als er vorkommt, die Summe aus allen zu bilden, und durch die Gesammtzahl n zu dividiren. Es ist daher

$$\eta = \frac{1}{n}\int_0^\gamma \Delta n\, \varphi(\Delta)\, d\Delta = \int_0^\infty \Delta \varphi(\Delta)\, d\Delta; \qquad \varepsilon^2 = \int_0^\infty \Delta^2 \varphi(\Delta)\, d\Delta.$$

Setzt man hier für $\varphi(\Delta)$ ein, setzt wieder $h\Delta = t$, so folgt

$$\eta = \frac{2}{h\sqrt{\pi}}\int_0^\infty t e^{-t^2}\, dt = \frac{1}{h\sqrt{\pi}} = \frac{r}{\rho\sqrt{\pi}}$$

$$\varepsilon^2 = \frac{2}{h^2\sqrt{\pi}}\int_0^\infty t^2 e^{-t^2} dt = \frac{1}{h^2\sqrt{\pi}}\left\{\left(-te^{-t^2}\right)_0^\infty + \int_0^\infty e^{-t^2}\, dt\right\} = \frac{1}{2h^2} = \frac{r^2}{2\rho^2} \tag{7a}$$

$$\varepsilon = \frac{r}{\rho\sqrt{2}}; \qquad \varepsilon = \sqrt{\frac{\pi}{2}}\,\eta$$

folglich mit den numerischen Werthen von ρ und π

$$\begin{aligned} \eta &= 1{\cdot}1829\, r; \quad & r &= 0{\cdot}84535\, \eta \quad & \log 0{\cdot}84535 &= 9{\cdot}92703 \\ \varepsilon &= 1{\cdot}4826\, r; \quad & r &= 0{\cdot}67449\, \varepsilon \quad & \log 0{\cdot}67449 &= 9{\cdot}82898. \end{aligned} \tag{7}$$

Seien nun $a_1, a_2 \ldots a_n$ einfache Beobachtungen; der wahrscheinlichste Werth x, der unbekannte wahre Werth x_0, so wird man, nachdem der wahrscheinlichste Werth berechnet ist, die übrigbleibenden Fehler

$$x - a_1 = v_1; \quad x - a_2 = v_2; \quad x - a_n = v_n$$

erhalten, während die unbekannten wahren Fehler

$$x_0 - a_1 = \Delta_1; \quad x_0 - a_2 = \Delta_2; \quad \ldots . \quad x_0 - a_n = \Delta_n$$

sind. Nimmt man an, dass die verschiedenen Beobachtungen nicht dieselbe Genauigkeit haben, sondern dass im allgemeinsten Falle jeder einfachen Beobachtung ein anderes Maass der Präcision $h_1, h_2, \ldots h_n$ zukommt, so erhält man als Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens der Fehler $v_1, v_2, \ldots v_n$ den Ausdruck

$$W = \varphi(v_1)\varphi(v_2)\ldots\varphi(v_n) = \frac{h_1 h_2 \ldots h_n}{(\sqrt{\pi})^n} e^{-(h_1^2 v_1^2 + h_2^2 v_2^2 + \ldots + h_n^2 v_n^2)}. \tag{8}$$

Der wahrscheinlichste Werth von x ist derjenige, welcher die Wahrscheinlichkeit W zu einem Maximum macht, wozu die nothwendige und hinreichende Bedingung ist, dass der Exponent, also die Summe

$$S = h_1^2 v_1^2 + h_2^2 v_2^2 + \ldots . . + h_n^2 v_n^2 \tag{8a}$$

ein Minimum werde. Dieser Bedingung entspringt der Name »Methode der kleinsten Quadrate«. In der Praxis wird es bequemer, an Stelle der Quadrate der h andere Zahlen einzuführen, welche diesen Quadraten proportional sind. Setzt man

$$h_1^2 = h^2 p_1;\quad h_2^2 = h^2 p_2 \;\ldots\; h_n^2 = h^2 p_n,$$

wo man die den Quadraten der Präcisionsmaasse proportionalen p die Gewichte der Beobachtungen nennt, so geht die Summe (8a) über in die Summe

$$\Sigma = p_1 v_1^2 + p_2 v_2^2 + \ldots + p_n v_n^2, \tag{8b}$$

welche sich von S nur um den constanten Faktor h^2 unterscheidet. h ist nichts weiter als das Maass der Präcision einer (unter den einfachen Beobachtungen vorhandenen oder auch nicht vorhandenen) Beobachtung von dem Gewichte 1. Die Summe Σ wird ein Minimum für jenen Werth von x, für welchen $\frac{\partial \Sigma}{\partial x} = 0$ wird, und da $\frac{\partial v_i}{\partial x} = 1$ ist, so wird die Bedingung für das Minimum

$$p_1 v_1 + p_2 v_2 + \ldots + p_n v_n = [pv] = 0, \tag{9}$$

woraus

$$x = \frac{p_1 a_1 + p_2 a_2 + \ldots p_n a_n}{p_1 + p_2 + \ldots + p_n} = \frac{[pa]}{[p]} \tag{9a}$$

folgt, wobei das Symbol $[A]$ die Summe aus allen gleichartig gebildeten Grössen $A_1, A_2 \ldots$ bedeutet. Haben alle Beobachtungen dasselbe Maass der Präcision, also auch das gleiche Gewicht, so wird $p_1 = p_2 = \ldots = p_n$ und es folgt, wie natürlich, das Gesetz vom einfachen arithmetischen Mittel.

Ersetzt man in (5) h durch p, so folgt

$$r = \frac{\rho}{\sqrt{p}}$$

und für Beobachtungen verschiedener Genauigkeit:

$$r : r' = \frac{1}{\sqrt{p}} : \frac{1}{\sqrt{p'}}\,;\qquad p : p' = \frac{1}{r^2} : \frac{1}{r'^2}. \tag{10}$$

Die wahrscheinlichen Fehler und wegen der linearen Beziehungen (7) auch die durchschnittlichen und mittleren Fehler verhalten sich daher umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den Gewichten, die Gewichte umgekehrt wie die Quadrate der wahrscheinlichen oder mittleren Fehler.

Der wahre Werth x_0 kann von x verschieden sein; ist

$$x_0 = x + \xi,$$

so wird

$$\Delta_1 = v_1 + \xi;\quad \Delta_2 = v_2 + \xi;\quad \ldots$$

demnach da $[pv]$ gemäss (9) Null ist:

$$[p\Delta^2] = [pv^2] + [p]\xi^2. \tag{11}$$

Hieraus folgt für die Wahrscheinlichkeit des Werthes x_0:

$$W' = \frac{h^n\sqrt{p_1 p_2 \ldots p_n}}{(\sqrt{\pi})^n}\, e^{-h^2[p\Delta^2]} = \frac{h^n\sqrt{p_1 p_2 \ldots p_n}}{(\sqrt{\pi})^n}\, e^{-h^2[pv^2]-h^2[p]\xi^2}$$

demnach

$$W' : W = e^{-h^2[p]\xi^2}.$$

Da dieses für den Werth x das Verhältniss eines Fehlers ξ zum Fehler 0 ist, so folgt nach dem Satze pag. 33, dass das Maass der Präcision H und

darnach das Gewicht P des abgeleiteten wahrscheinlichsten Werthes x bestimmt ist durch:

$$H = h\sqrt{[p]}; \qquad P = [p]. \tag{12}$$

Hieraus folgt eine einfache Deutung für die Gewichtszahlen. Hat man n einfache Beobachtungen von gleicher Genauigkeit, so kann man, da die Gewichte nur Relativzahlen sind, deren Gewicht gleich 1 setzen; das Gewicht des arithmetischen Mittels ist dann gleich n; die Gewichte repräsentiren daher die Anzahl einfacher Beobachtungen von gleicher Genauigkeit, welche man zu einem Mittel vereinigt denken kann, um die gegebene Beobachtung zu ersetzen.

Nennt man $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3 \ldots\ldots; \eta_1, \eta_2, \eta_3 \ldots\ldots; r_1, r_2, r_3 \ldots\ldots$ die mittleren, bezw. durchschnittlichen und wahrscheinlichen Fehler der einzelnen Beobachtungen, ε, η, r dieselben für die Gewichtseinheit, und E, H, R für den wahrscheinlichsten Werth, so hat man gemäss (10):

$$\varepsilon_i = \frac{\varepsilon}{\sqrt{p_i}}; \qquad \eta_i = \frac{\eta}{\sqrt{p_i}}; \qquad r_i = \frac{r}{\sqrt{p_i}}$$

$$E = \frac{\varepsilon}{\sqrt{[p]}}; \qquad H = \frac{\eta}{\sqrt{[p]}}; \qquad R = \frac{r}{\sqrt{[p]}}. \tag{13}$$

In Gleichung (8) ist die Wahrscheinlichkeit des wahrscheinlichsten Werthes x abhängig von der Grösse der unter dieser Annahme übrigbleibenden Fehler v, überdiess aber auch von dem Werthe h; schreibt man die Gleichung aber für die wirklich stattfindenden Fehler Δ, so wird die Wahrscheinlichkeit dieses Fehlersystems

$$W = \frac{h^n\sqrt{p_1 p_2 \ldots p_n}}{(\sqrt{\pi})^n} e^{-h^2(p_1\Delta_1^2 + p_2\Delta_2^2 + \ldots p_n\Delta_n^2)}$$

und dieser Werth hängt, da Δ wirklich gemachte Beobachtungsfehler sind, nur mehr von der Genauigkeit der Beobachtungen, also von h ab, und man kann aus der Grösse der wirklich gemachten Beobachtungsfehler auf den wahrscheinlichsten Werth von h schliessen; es wird wieder jener der wahrscheinlichste sein, welcher W zu einem Maximum macht, d. h. für welchen $\frac{\partial W}{\partial h} = 0$ ist; es ist aber, wenn man logarithmisch differenzirt:

$$\frac{1}{W}\frac{\partial W}{\partial h} = \frac{n}{h} - 2h[p\Delta^2]; \qquad h = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{\frac{n}{[p\Delta^2]}}$$

daher gemäss (7a):

$$\varepsilon = \pm\sqrt{\frac{[p\Delta^2]}{n}}; \qquad r = \pm\rho\sqrt{2}\sqrt{\frac{[p\Delta^2]}{n}}. \tag{14}$$

Hiermit wäre der mittlere und wahrscheinliche Fehler der Gewichtseinheit, und nach (13) der einzelnen Beobachtungen und des Mittels bekannt, wenn die Δ bekannt wären. Dieses sind aber die wahren Beobachtungsfehler, und da der wahre Werth x_0 nicht bekannt ist, so bleiben auch die Δ stets unbekannt; bekannt sind nur die übrigbleibenden Fehler v gegen den wahrscheinlichsten Werth x; man könnte aber $[p\Delta^2]$ aus Gleichung (11) bestimmen, wenn ξ bekannt wäre; da aber $x = x_0 + \xi$ ist, so ist ξ der Fehler des wahrscheinlichsten Werthes x; setzt man dafür den mittleren Fehler E, so wird die Gleichung (11):

$$[p\Delta^2] = [pv^2] + [p]\,E^2 = [pv^2] + \varepsilon^2$$

und hieraus, wenn für $[p\Delta^2]$ aus (14) substituirt wird[1]):

$$n\,\varepsilon^2 = [pv^2] + \varepsilon^2$$

$$\varepsilon = \pm \sqrt{\frac{[p\,v^2]}{n-1}}. \qquad (15)$$

Eine Schwierigkeit liegt stets, namentlich für den Anfänger, in der Bestimmung der Gewichte; sind die mittleren oder wahrscheinlichen Fehler der Beobachtungen bekannt (beispielsweise bei Winkelmessungen in Bogensecunden), so wird man zunächst für einen gewissen wirklich vorhandenen oder auch unter den Beobachtungen nicht vertretenen (z. B. für den Fehler gleich 1″) das Gewicht gleich 1 setzen, und erhält dann die Gewichte der übrigen umgekehrt proportional den Quadraten der mittleren oder wahrscheinlichen Fehler; sind diese z. B. $\frac{1}{4}''$, $\frac{1}{3}''$, $\frac{1}{2}''$, so werden die Gewichte, wenn die Gewichtseinheit dem Fehler 1″ entspricht: 16, 9, 4. Sind die mittleren Fehler aber nicht bekannt, so wird man sich solche vorerst wenigstens genähert zu verschaffen suchen, sei es, dass man Beobachtungen derselben Art von demselben Beobachter bei anderen Gelegenheiten zu Rathe zieht (Schlüsse aus der Vertrauenswürdigkeit der Beobachtungen), oder dass man die zu vereinigenden Beobachtungen bei

---

1) Die obige, allgemein übliche Ableitung (vergl. BRÜNNOW, Astronomie, pag. 52, FISCHER höhere Geodäsie I, pag. 60; HERR, Astronomie, pag. 30, unter der Voraussetzung von Beobachtungen gleicher Genauigkeit; ferner MEYER-CZUBER, l. c., pag. 270 und v. OPPOLZER, l. c. pag. 307) ist durchaus nicht strenge: man könnte, und vielleicht mit mehr Recht, für ξ den wahrscheinlichen Fehler R setzen. Man gelangt aber zu demselben Resultate auch auf folgendem Wege: durch Addition der mit den Gewichten multiplicirten Gleichungen $\Delta_i = v_i + \xi$ folgt mit Rücksicht auf (9): $[p\Delta] = [p]\xi$; quadrirt man diese Gleichung und berücksichtigt, dass wegen der gleichen Vertheilung der Fehler: $[p_x p_i \Delta_x \Delta_i] = 0$ ist, so folgt $\xi^2 = \frac{[p^2\Delta^2]}{[p]^2}$; nun sind im Allgemeinen $[p\Delta^2]$ und $[p^2\Delta^2]$ von einander verschieden, aber bei einer gewissen näher zu erörternden Wahl der p werden dieselben als gleich angenommen werden können; setzt man dies zunächst voraus, so wird aus (11):

$$[p\Delta^2] = \frac{[p]}{[p]-1}\,[pv^2]; \qquad \varepsilon^2 = \frac{[pv^2]}{[p]-1}\,\frac{[p]}{n} \qquad (15\,a)$$

$\frac{[p]}{n}$ ist das mittlere Gewicht aller einfachen Beobachtungen; da die Gewichte nur Relativzahlen sind, so kann man sie so vertheilen, dass $\frac{[p]}{n} = p_0 = 1$ ist; dann geht (15a) in (15) über; dies setzt aber voraus, dass man für die Gewichte der einfachen Beobachtungen Zahlen wählt, die theils grösser, theils kleiner als 1 sind, so aber, dass $[p] = n$ ist. Hat man z. B. als Gewicht von drei Beobachtungen die Zahlen 16, 9, 4, so werden dieselben auf 1·655, 0·931, 0·414 zu reduciren sein, was im allgemeinen Fall durch Division durch p_0 geschieht. In diesem Falle wird auch die Voraussetzung $[p\Delta^2] = [p^2\Delta^2]$ als zutreffend angesehen werden können, und Gleichung (15a) giebt den Fehler der Gewichtseinheit. Allein, da die Gewichte nur Relativzahlen sind, so kann man an Stelle der p andere Gewichte p' einführen, die durch $p' = xp$ definirt sein mögen. Multiplicirt man aber in (15a) Zähler und Nenner mit x, so wird

$$\varepsilon^2 = \frac{[xpv^2]}{[xp]-x}\,\frac{[p]}{n} = \frac{[p'v^2]}{x(n-1)}.$$

ε ist aber der Fehler für $p = 1$, also für $p' = x$; der Fehler für $p' = 1$ ist bestimmt durch $\varepsilon' = \varepsilon\sqrt{x}$; es wird demnach

$$\varepsilon'^2 = \frac{[p'v^2]}{n-1}.$$

Gleichung (15) bestimmt daher wieder den Fehler der Gewichtseinheit für die getroffene Wahl der Gewichtszahlen.

der ersten provisorischen Ausgleichung mit gleichen Gewichten annimmt; nach der provisorischen Ausgleichung ergeben sich aus den Abweichungen der Einzelserien vom Resultate genaue Gewichte, mit denen die Rechnung wiederholt werden kann. Im allgemeinen ist dieser letztere Weg vorzuziehen, da hierbei der Willkür weniger Raum gegeben ist.

Diese allgemeinen Vorschriften werden von Fall zu Fall, je nach den besonderen Umständen ergänzt werden müssen. Am besten wird dieses an einem Beispiele klar. Ich entnehme dasselbe meiner Bahnbestimmung des grossen Kometen von 1811 (Publikationen der v. KUFFNER'schen Sternwarte, II. Bd., pag. 49). Es lagen in der Zeit von 1811 März 31 bis 1812 August 17 für 188 Beobachtungstage 986 Beobachtungen vor, die sich auf 28 verschiedene Serien (Beobachtungen an verschiedenen Orten und nach verschiedenen Methoden: Meridiankreis, Universalinstrument, Fadenmikrometer, Ringmikrometer, BRADLEY'sches Netz, Aequatorealsektor, Sextant und Heliometer) vertheilten. Die Vergleichung der Beobachtungen mit der aus den Ausgangselementen erhaltenen Ephemeride gab die »Fehler der Ephemeride«, nach welchen die Elemente verbessert werden sollten. Diese mussten selbstverständlich einen Gang nach den Daten zeigen, welcher von den nicht ganz richtigen Elementen herrührte. Die Abweichungen waren aber für dasselbe Datum verschieden für jede einzelne Beobachtung. Es wurden also zunächst Tagesmittel gebildet (l. c., pag. 217); die Reihe derselben wurde graphisch ausgeglichen; es ergab sich z. B.

	$(\Delta\alpha\cos\delta)_0$				$(\Delta\delta)_0$			
für 1811	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	+ 4″	− 29″	− 10″	+ 9″	+ 5″	− 2″	− 2″	− 13″
10	− 6	− 29	− 1	+ 8	− 1	+ 5	− 12	− 19
20	− 20	− 24	+ 5	+ 8	− 8	+ 5	− 18	− 31

Hebt man nunmehr aus allen Beobachtungen eine einzelne Serie: diejenige eines einzelnen Beobachters an einem und demselben Instrumente heraus, so werden sich zwischen den einzelnen Ephemeridencorrectionen $\Delta\alpha\cos\delta$, $\Delta\delta$ und den obigen ausgeglichenen gewisse Unterschiede

$$v = \Delta\alpha\cos\delta - (\Delta\alpha\cos\delta)_0; \quad v' = \Delta\delta - (\Delta\delta)_0$$

ergeben. Man kann annehmen, dass bei den obigen ausgeglichenen Werthen die Fehler der einzelnen Beobachtungen möglichst beseitigt sind, und dann rühren die Unterschiede v, v' von den Fehlern der einzelnen Beobachtungen her, und können daher dazu verwendet werden, den mittleren Fehler einer Beobachtung der betrachteten Serie zu ermitteln[1]).

8. Bisher war nur von dem einfachsten Fall die Rede, dass eine Grösse aus einfachen Beobachtungen bestimmt wird. Ist aber eine Grösse aus mehreren Beobachtungsdaten zusammengesetzt, welche selbst gewissen Fehlern unterworfen sind, so werden diese natürlich auch das Resultat beeinflussen. Ist

$$X = x \pm y$$

und sind a, b die beobachteten, oder aus Beobachtungen abgeleiteten wahrscheinlichsten Werthe von x, y, so wird der hieraus folgende wahrscheinlichste Werth von x:

$$A = a \pm b$$

mit einem gewissen Fehler behaftet sein; sind Δ_1', Δ_1'', Δ_1''' . . . . $\Delta_1^{(m)}$ die Fehler der Beobachtungen, aus denen sich x ableitet, Δ_2', Δ_2'' . . . $\Delta_2^{(n)}$ die

[1]) Näheres s. l. c., pag. 223.

Fehler der Beobachtungen des Werthes y, so werden die aus den einzelnen Beobachtungen abgeleiteten Werthe von x um die Beträge

$$\Delta_1' \pm \Delta_2';\quad \Delta_1' \pm \Delta_2'';\quad \Delta_1' \pm \Delta_2''' \ldots .\ \Delta_1'' \pm \Delta_2';\quad \Delta_1'' \pm \Delta_2'' \ldots .$$

fehlerhaft sein, wobei man jeden einzelnen Werth von x mit jedem einzelnen Werth von y combiniren kann. Liegen m Beobachtungen von x, n Beobachtungen von y vor, so erhält man mn Werthe für X und der mittlere Fehler E wird gegeben durch

$$E^2 = \frac{[(\Delta_1^{(\iota)} \pm \Delta_2^{(\varkappa)})^2]}{mn};$$

Da aber jedes $\Delta_1^{(\iota)}$ mit n verschiedenen $\Delta_2^{(\varkappa)}$ verbunden ist, also n mal auftritt, ebenso jedes $\Delta_2^{(\varkappa)}$ m mal, so wird

$$E^2 = \frac{[(\Delta_1^{(\iota)})^2]}{m} + \frac{[(\Delta_2^{(\varkappa)})^2]}{n} \pm 2\,\frac{[\Delta_1^{(\iota)}\Delta_2^{(\varkappa)}]}{mn}.$$

Das letzte Glied verschwindet, da Δ_1 und Δ_2 als zufällige Fehler in gleicher Grösse positiv und negativ vorkommen, demnach ist:

$$E^2 = \frac{[(\Delta_1^{(\iota)})^2]}{m} + \frac{[(\Delta_2^{(\varkappa)})^2]}{n};\quad E^2 = \varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2, \tag{1}$$

wenn ε_x, ε_y die mittleren Fehler der Grössen x, y sind. Ebenso folgt für

$$X = x \pm y \pm z \pm \ldots .$$

der mittlere Fehler

$$E^2 = \varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_z^2 + \ldots . \tag{1a}$$

Ist $X = mx$, so erzeugt jeder Fehler Δ von x einen Fehler $m\Delta$ in X, folglich wird der mittlere Fehler E für[1])

$$X = mx;\quad E = m\varepsilon. \tag{2}$$

Durch Verbindung von (1) und (2) folgt für die Function:

$$X = ax + by + cz + \ldots \tag{3}$$

der wahrscheinliche Fehler

$$r_X^2 = (ar_x)^2 + (br_y)^2 + (cr_z)^2 + \ldots \tag{3a}$$

Ist

$$X = f(x, y, z, \ldots .) \tag{4}$$

und sind die wahrscheinlichsten Werthe $x = a$, $y = b$, $z = c$, mit den wahrscheinlichen Fehlern r_x, r_y, $r_z \ldots$ auf irgend einem Wege gefunden worden, während die wahren Werthe $x_0 = a + \xi$, $y_0 = b + \eta$, $z_0 = c + \zeta \ldots .$ sind, so wird:

$$X = f(a + \xi, b + \eta, c + \zeta \ldots\ldots)$$
$$= f(a, b, c \ldots) + \frac{\partial f(a, b, c \ldots)}{\partial a}\,\xi + \frac{\partial f(a, b, c \ldots)}{\partial b}\,\eta + \frac{\partial f(a, b, c \ldots)}{\partial c}\,\zeta + \ldots$$

Da die ξ, η, ζ sehr kleine Incremente sind, deren zweite und höhere Potenzen man vernachlässigen kann, so erhält man X in Form einer linearen Function der ξ, η, ζ, deren wahrscheinlichster Werth 0, mit den wahrscheinlichen Fehlern r_x, r_y, $r_z \ldots$ sind; es wird daher nach (3a) der wahrscheinliche Fehler von X gegeben durch

$$r_X^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial a}\right)^2 r_x^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial b}\right)^2 r_y^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial c}\right)^2 r_z^2 + \ldots \tag{4a}$$

[1]) Die beiden Resultate stehen scheinbar im Widerspruch; denn setzt man im ersten Falle $x = y = z$, so würde man aus (1): $E = \sqrt{m}\cdot\varepsilon$ folgern; der Widerspruch hebt sich, wenn man bedenkt, dass sich im zweiten Falle das Resultat durch Vervielfachung der einfachen Messung ergiebt, im ersten Falle aber die Messung m Mal vorgenommen wurde.

4. Die bei weitem wichtigste und am häufigsten vorkommende Aufgabe ist aber, gewisse Unbekannte zu bestimmen, wenn die Beobachtungen nicht diese selbst, sondern Functionen derselben geben. Die hierher gehörigen Probleme lassen sich in zwei Gruppen trennen: die eine Gruppe umfasst jene, bei denen die Unbekannten von einander völlig unabhängig sind (z. B. die sechs Bahnelemente eines Himmelskörpers, oder eine absolute Rectascension nebst der Schiefe der Ekliptik und der Polhöhe aus Sonnenbeobachtungen u. s. w.), und eine zweite Gruppe, wo zwischen den zu suchenden Unbekannten Beziehungen bestehen, die sich in der Form von Bedingungsgleichungen ausdrücken lassen (z. B. bei einer Triangulation die Winkel eines Dreieckes, eines Vieleckes u. s. w.).

Zunächst soll die erste Gruppe von Beobachtungen betrachtet werden. Sei

$$V = f(X,\ Y,\ Z\ .\ .\ .\ .\ a,\ b,\ c\ .\ .\ .) \tag{1}$$

eine Function der Unbekannten $X, Y, Z \ldots$ und diese wären aus einer Reihe von Functionalwerthen V, welche durch die Beobachtung für verschiedene Werthe der Coëfficienten $a, b, c \ldots$ bestimmt sind, zu ermitteln. Beispielsweise sei V eine Rectascension oder Deklination als Function der sechs Bahnelemente $x, y, z \ldots$; a, b, c sind die Coëfficienten, welche Functionen der Zeit sind, und für verschiedene Zeitmomente verschiedene Werthe erhalten; in Folge dessen wird für verschiedene Zeitmomente V verschiedene Werthe erhalten, und aus einer Reihe von beobachteten V lassen sich die Unbekannten bestimmen.

Sind genau so viel Werthe von V beobachtet, als Unbekannte zu bestimmen sind, so wird eine direkte Auflösung möglich sein, wenn dieselbe auch mitunter mancherlei analytische Schwierigkeiten bietet (Bahnbestimmung aus drei vollständigen Beobachtungen, d. i. aus drei Rectascensionen und drei Deklinationen). Sind aber mehr beobachtete Werthe gegeben, so werden sich aus denselben nur dann die genauen, alle Gleichungen befriedigenden Werthe für $x, y, z, \ldots$ finden lassen, wenn die beobachteten V fehlerfrei wären; dieses ist aber nicht der Fall, und man hat wieder die Aufgabe, aus den sämmtlichen beobachteten Werthen die wahrscheinlichsten Werthe der Unbekannten zu ermitteln.

Die allgemeinste Form der Gleichungen (1) ist für die Auflösung nicht geeignet; will man die bisher verwendeten Prinzipien auch hier anwenden, so ist das erste Erforderniss, dass die zu behandelnden Gleichungen linear sind. Diese Bedingung kann man stets erfüllen, wenn man genäherte Werthe der Unbekannten hat (genäherte Schiefe der Ekliptik, genäherte Polhöhe); sollte dieses nicht der Fall sein, so wird man sich zunächst genäherte Werthe durch eine vorläufige Auflösung einzelner der Gleichungen verschaffen (erste Bahnbestimmung). Sind dieselben $x_0, y_0, z_0, \ldots$ und sind die wahren Werthe $X = x_0 + x$, $Y = y_0 + y$, $Z = z_0 + z \ldots$ so erhält man durch Entwickelung der Gleichung (1) nach der TAYLOR'schen Reihe:

$$V = f(x_0, y_0, z_0 \ldots) + \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_0 x + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)_0 y + \left(\frac{\partial f}{\partial z}\right)_0 z + \ldots \tag{2}$$

und die zu bestimmenden Unbekannten sind nunmehr $x, y, z \ldots$. Damit man aber stets, wie gefordert, lineare Beziehungen hat, ist es nöthig, dass die angenommenen Werthe $x_0, y_0, z_0 \ldots$ bereits sehr nahe richtig sind, so dass man die zweiten und höheren Potenzen der Correctionen $x, y, z \ldots$ vernachlässigen kann; ergeben sich dieselben schliesslich zu gross, so wird eine zweite Bestimmung erforderlich, wobei man nunmehr die besseren Werthe $x_0 + x$, $y_0 + y \ldots$ als Näherungen zu Grunde legt, und nun diesmal viel kleinere Correctionen $x', y', z' \ldots$ sucht.

Im folgenden soll nun angenommen werden, dass die zu bestimmenden Correctionen hinreichend klein sind, damit die Beziehungen (2) als linear angenommen werden können. Die Werthe $f(x_0, y_0, z_0 \ldots)$ und deren Differentialquotienten hängen von Coëfficienten ab, die für jede Beobachtung andere Werthe annehmen; sind daher $V_1, V_2, V_3 \ldots$ beobachtete Werthe von V und nennt man für den ersten Werth

$$f(x_0, y_0, z_0 \ldots) = m_1; \quad \left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)_0 = a_1; \quad \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)_0 = b_1 \ldots$$

und ebenso für die folgenden Beobachtungen $m_2, m_3 \ldots a_2, a_3 \ldots b_2, b_3 \ldots$ und setzt die ebenfalls bekannten Grössen

$$V_1 - m_1 = n_1; \quad V_2 - m_2 = n_2; \quad V_3 - m_3 = n_3, \tag{3}$$

so erhält man aus der ganzen Reihe der Beobachtungen die linearen Gleichungen

$$\begin{aligned} n_1 &= a_1 x + b_1 y + c_1 z + \ldots \\ n_2 &= a_2 x + b_2 y + c_2 z + \ldots \\ n_3 &= a_3 x + b_3 y + c_3 z + \ldots \end{aligned} \tag{4}$$

Diese Gleichungen werden aber, wenn ihre Zahl grösser ist, als die Zahl der Unbekannten und die Beobachtungen mit gewissen Fehlern behaftet sind, nicht strenge erfüllbar sein, und es werden gewisse Fehler v übrig bleiben:

$$v_i = a_i x + b_i y + c_i z + \ldots - n_i. \tag{4a}$$

Die wahrscheinlichsten Werthe der Unbekannten werden nach **2** (8) und (9) diejenigen sein, für welche

$$\Sigma = [pv^2]$$

ein Minimum wird. Hierfür ist erforderlich, dass

$$\frac{\partial \Sigma}{\partial x} = \frac{\partial \Sigma}{\partial v_1}\frac{\partial v_1}{\partial x} + \frac{\partial \Sigma}{\partial v_2}\frac{\partial v_2}{\partial x} + \ldots = 0, \quad \frac{\partial \Sigma}{\partial y} = 0, \quad \frac{\partial \Sigma}{\partial z} = 0 \ldots$$

ist, oder da

$$\frac{\partial v_i}{\partial x} = a_i; \quad \frac{\partial v_i}{\partial y} = b_i; \quad \frac{\partial v_i}{\partial z} = c_i \ldots$$

$$\begin{aligned} \tfrac{1}{2}\frac{\partial \Sigma}{\partial x} &= p_1 a_1 v_1 + p_2 a_2 v_2 + p_3 a_3 v_3 + \ldots = [pav] = 0 \\ \tfrac{1}{2}\frac{\partial \Sigma}{\partial y} &= p_1 b_1 v_1 + p_2 b_2 v_2 + p_3 b_3 v_3 + \ldots = [pbv] = 0 \\ \tfrac{1}{2}\frac{\partial \Sigma}{\partial z} &= p_1 c_1 v_1 + p_2 c_2 v_2 + p_3 c_3 v_3 + \ldots = [pcv] = 0. \\ &\ldots \\ &\ldots \end{aligned} \tag{5}$$

Die weitere Behandlung der Gleichungen wird wesentlich vereinfacht, wenn man die Gleichungen (4) sofort mit den Quadratwurzeln aus den Gewichten multiplicirt. Sind dann

$$\sqrt{p_i}\, n_i = N_i; \quad \sqrt{p_i}\, a_i = A_i; \quad \sqrt{p_i}\, b_i = B_i \ldots,$$

so werden die Gleichungen

$$\begin{aligned} N_1 &= A_1 x + B_1 y + C_1 z + \ldots \\ N_2 &= A_2 x + B_2 y + C_2 z + \ldots \\ &\ldots \end{aligned} \tag{4b}$$

und man sieht sofort, dass sich die Gleichungen (5) in die Form schreiben

$$[Aw] = 0, \quad [Bw] = 0, \quad [Cw] = 0, \tag{5a}$$

wo die w die übrigbleibenden Fehler der Gleichungen (3b) sind. Man kann demnach die Gleichungen (4) dadurch, dass man sie mit den Quadrat-

wurzeln aus den Gewichten der n, d. i. der beobachteten V *multiplicirt auf die Gewichtseinheit reduciren*, und dann der weiteren Rechnung zu Grunde legen. Setzt man dies voraus, und betrachtet die Gleichungen (4) als bereits mit den Quadratwurzeln aus den Gewichten multiplicirt, so wird in (5) überall $p = 1$ zu setzen sein, und es wird

$$[av] = 0, \quad [bv] = 0, \quad [cv] = 0 \; .\;.\;.\;. \tag{5b}$$

Setzt man hier für v die Werthe aus (4a) ein, so folgt

$$\begin{aligned} &[aa]x + [ab]y + [ac]z + \;.\;.\;.\;. = [an] \\ &[ab]x + [bb]y + [bc]z + \;.\;.\;.\;. = [bn] \\ &[ac]x + [bc]y + [cc]z + \;.\;.\;.\;. = [cn] \\ &.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \\ &.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;. \end{aligned} \tag{6}$$

Man bezeichnet die Gleichungen (4) als die *Bedingungsgleichungen*, die Gleichungen (6) als die *Normalgleichungen*, und zwar diejenige mit dem quadratischen Coëfficienten $[aa]$ bei x als Normalgleichung für x, diejenige mit dem quadratischen Coëfficienten $[bb]$ bei y, als die Normalgleichung für y u. s. w. Die Zahl der letzteren ist, da jede aus dem Differentialquotienten von Σ nach einer der Unbekannten entsteht, genau gleich der Zahl der Unbekannten, und diese können daher auf gewöhnlichem Wege ermittelt werden.

Für die praktische Durchführung sind noch einige Bemerkungen nöthig. Die Coëfficienten können ausserordentlich verschieden sein; es werden z. B. die Coëfficienten der einen Unbekannten sehr gross, diejenigen einer anderen sehr klein; für die Auflösung würde sich hieraus ein Uebelstand ergeben, indem in den Summen $[ab]$, $[ac]$ . . . der Einfluss der kleinen Coëfficienten verschwindend klein wird; es empfiehlt sich daher, die Gleichungen *homogen*, d. h. alle Coëfficienten von derselben Ordnung zu machen. Fasst man die grössten Coëfficienten a_ι, $b_\varkappa$, c_λ . . . . n_μ heraus, und setzt

$$\frac{a_\iota x}{n_\mu} = (x), \qquad \frac{b_\varkappa y}{n_\mu} = (y), \qquad \frac{c_\lambda z}{n_\mu} = (z) \; .\;.\;.\;,$$

so werden die Bedingungsgleichungen (4):

$$\begin{aligned} \frac{n_1}{n_\mu} &= \frac{a_1}{a_\iota}(x) + \frac{b_1}{b_\varkappa}(y) + \frac{c_1}{c_\lambda}(z) + \;.\;.\;. \\ \frac{n_2}{n_\mu} &= \frac{a_2}{a_\iota}(x) + \frac{b_2}{b_\varkappa}(y) + \frac{c_2}{c_\lambda}(z) + \;.\;.\;. \\ &\;.\;.\;.\;. \end{aligned}$$

und wie man sieht werden hier alle Coëfficienten, einschliesslich der n kleiner als 1, aber jeder mindestens einmal den Werth 1 erhalten, sie sind also numerisch allerdings von verschiedener Grösse (was in der Natur der Sache liegt), aber alle von derselben Ordnung.

Der Gang der Rechnung ist daher der folgende: die linearen Bedingungsgleichungen werden mit den Quadratwurzeln der den bezüglichen Beobachtungen entsprechenden Gewichte multiplicirt, sodann durch entsprechende Substitutionen homogen gemacht, wodurch sie immer die Form (4) behalten, und aus den letzten werden die Normalgleichungen abgeleitet.

Wichtig ist dabei eine Controlle für die Sicherheit der Coëfficienten der Normalgleichungen; eine solche erhält man auf einfache Weise, indem man zunächst die Summen sämmtlicher Coëfficienten (ohne Rücksicht auf ihre verschiedene Bedeutung):

$$a_1 + b_1 + c_1 + \ldots + n_1 = s_1$$
$$a_2 + b_2 + c_2 + \ldots + n_2 = s_2$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

bildet, und auf diese ebenfalls dieselben Operationen: $[as]$, $[bs]$ . . . anwendet; wie man leicht findet, muss nun

$$\begin{array}{l} [aa] + [ab] + [ac] + \ldots + [an] = [as] \\ [ab] + [bb] + [bc] + \ldots + [bn] = [bs] \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \end{array} \tag{7}$$

sein. Die Produkte ab, ac . . . können, wenn man Produktentafeln hat (z. B. die CRELLE'schen Multiplicationstafeln) direkt aus diesen entnommen werden. Hat man keine Multiplicationstafeln und keine Rechenmaschine, so wird die Ausführung etwas zeitraubend, und leichter Fehlern unterworfen, weshalb die Probegleichungen der s besonders wichtig werden. Einfacher wird die Bestimmung mittels Quadrattafeln. Da nämlich

$$ab = \tfrac{1}{2}[(a+b)^2 - a^2 - b^2]$$

ist, so wird auch

$$[ab] = \tfrac{1}{2}\{[(a+b)^2] - [a^2] - [b^2]\}. \tag{8}$$

Man schreibt hierfür die Werthe

$$a^2,\ b^2,\ c^2, \ldots n^2,\ s^2,\ (a+b)^2,\ (a+c)^2, \ldots (a+n)^2,\ (a+s)^2,\ (b+c)^2, \ldots$$
$$(b+n)^2,\ (b+s)^2,\ (c+d)^2, \ldots$$

für jede Bedingungsgleichung in eine Zeile und zwar alle zusammengehörigen der verschiedenen Bedingungsgleichungen untereinander, bildet dann die Summen

$$[a^2],\ [b^2],\ [c^2] \ldots [n^2],\ [s^2],\ [(a+b)^2],\ [(a+c)^2], \ldots$$

und dann erhält man aus diesen Summen (ohne die Vermittelung der einzelnen Produkte ab, ac . . .) die Summen $[ab]$ . . . nach (8).

Die Auflösung der Normalgleichungen wird sehr einfach mittels Determinanten[1]. Bezeichnet man die Determinante

$$\begin{vmatrix} [aa][ab][ac] \ldots [ai] \ldots \\ [ab][bb][bc] \ldots [bi] \ldots \\ [ac][bc][cc] \ldots [ci] \ldots \\ \cdots\cdots \\ \cdots\cdots \end{vmatrix} = D \tag{9}$$

und die Unterdeterminante D_{ik} der einzelnen Elemente mit

$$\begin{array}{l} D_{11} D_{12} D_{13} \ldots D_{1i} \\ D_{21} D_{22} D_{23} \ldots D_{2i} \\ D_{31} D_{32} D_{33} \ldots D_{3i} \end{array} \tag{9a}$$

wobei die Indices 1, 2, 3 . . . i den Buchstaben $a, b, c, \ldots i$ in den Coëfficienten der Normalgleichungen entsprechen; ferner

$$\frac{D_{ik}}{D} = \nabla_{ik}, \tag{9b}$$

so erhält man

$$\begin{array}{l} x = \nabla_{11}[an] + \nabla_{12}[bn] + \nabla_{13}[cn] + \ldots \\ y = \nabla_{21}[an] + \nabla_{22}[bn] + \nabla_{23}[cn] + \ldots \\ z = \nabla_{31}[an] + \nabla_{32}[bn] + \nabla_{33}[cn] + \ldots \\ \cdots\cdots \end{array} \tag{10}$$

[1] Der erste Versuch hierfür (bei drei Unbekannten) rührt von JACOBI her.

Da die Determinante D symmetrisch ist, so sind bei n Unbekannten nur $\frac{1}{2}n(n+1)$ Minoren zu rechnen; die Determinante D bestimmt sich aus diesen durch

$$\begin{aligned} D &= D_{11}[aa] + D_{12}[ab] + D_{13}[ac] + \dots \\ &= D_{21}[ab] + D_{22}[bb] + D_{23}[bc] + \dots \\ &= D_{i1}[ai] + D_{i2}[bi] + D_{i3}[ci] + \dots, \end{aligned} \tag{11}$$

während man als Probegleichungen auch einzelne der folgenden benützen kann, in denen i, k irgend welche zwei Indices bedeuten, die von einander verschieden sind:

$$D_{i1}[ak] + D_{i2}[bk] + D_{i3}[ck] + \dots = 0. \tag{11a}$$

1) Hat man drei Unbekannte, so sind nur sechs zweigliedrige Determinanten

$$D_{ik} = \begin{vmatrix} b_{11} b_{12} \\ b_{21} b_{22} \end{vmatrix} = b_{11}b_{22} - b_{12}b_{21}$$

zu berechnen.

2) Bei vier Unbekannten sind zehn Unterdeterminanten dritter Ordnung zu berechnen; dies geschieht am einfachsten in folgender Weise: Man wiederhole die Elemente der ersten und zweiten Zeile nach links, bezw. nach rechts, und verschiebe jede Zeile um ein Element nach links bezw. rechts nach dem folgenden Schema:

$$D_{ik} = \begin{vmatrix} b_{11} b_{12} b_{13} \\ b_{21} b_{22} b_{23} \\ b_{31} b_{32} b_{33} \end{vmatrix}; \qquad \begin{matrix} b_{12} b_{13} b_{11} b_{12} b_{13} & & \\ b_{23} b_{21} b_{22} b_{23} & & \\ b_{31} b_{32} b_{33} & & \end{matrix} \qquad \begin{matrix} b_{11} b_{12} b_{13} b_{11} b_{12} \\ \quad b_{21} b_{22} b_{23} b_{21} \\ \qquad b_{31} b_{32} b_{33}. \end{matrix}$$

Dann giebt das Produkt von je drei übereinanderstehenden Gliedern (Summe der Logarithmen) der ersten Anordnung (Verschiebung nach links) ein positives Glied, und das Produkt von je drei übereinanderstehenden Gliedern der zweiten Anordnung (Verschiebung nach rechts) ein negatives Glied der Determinante; also[1]):

$$\Delta = b_{12}b_{23}b_{31} + b_{13}b_{21}b_{32} + b_{11}b_{22}b_{33} - b_{13}b_{22}b_{31} - b_{11}b_{23}b_{32} - b_{12}b_{21}b_{33}.$$

Aus einer viergliedrigen Determinante kann man bei einiger Uebung dadurch, dass man jede Horizontalzeile auf einen Zettel schreibt, und diese passend übereinander schiebt, die Unterdeterminanten direkt erhalten.

3) Sind mehr als 4 Unbekannte, so wird man auf Unterdeterminanten höherer Ordnung geführt, für welche sich aber kein einfacher Algorithmus angeben lässt. Man kann aber alle Determinanten auf Determinanten dritter Ordnung zurückführen, indem man von dem Satze Gebrauch macht, dass eine Determinante ungeändert bleibt, wenn man alle Elemente einer beliebigen Zeile (oder Columne) mit einer beliebigen Zahl multiplicirt, und zu einer anderen Zeile (oder Columne) addirt. Multiplicirt man in D die erste Zeile mit $\mu_{12} = \frac{[ab]}{[aa]}$ und subtrahirt von der zweiten; dann mit $\mu_{13} = \frac{[ac]}{[aa]}$ und subtrahirt von der dritten u. s. w. und setzt:

$$\begin{aligned} &[bb] - \frac{[ab]}{[aa]}[ab] = [bb1]; \quad [bc] - \frac{[ab]}{[aa]}[ac] = [bc1]; \dots \\ &[cc] - \frac{[ac]}{[aa]}[ac] = [cc1]; \quad [cd] - \frac{[ac]}{[aa]}[ad] = [cd1]; \dots \\ &[dd] - \frac{[ad]}{[aa]}[ad] = [dd1]; \quad [de] - \frac{[ad]}{[aa]}[ae] = [de1]; \dots \end{aligned} \tag{12}$$

---

[1]) Bezüglich der Begründung dieses Algorithmus s. die Handbücher der Mathematik, z. B. GORDAN's Vorlesungen über die Invariantentheorie, I. Bd., pag. 16 und pag. 59.

$$\text{allgemein:}\quad [kl] - \frac{[ak]}{[aa]}[al] = [kl1],$$

so erhält man:

$$D = \begin{vmatrix} [aa] & [ab] & [ac] & [ad] & \ldots \\ 0 & [bb1] & [bc1] & [bd1] & \ldots \\ 0 & [bc1] & [cc1] & [cd1] & \ldots \\ & . & . & . & . \\ & . & . & . & \end{vmatrix} \tag{9a}$$

Multiplicirt man hier die zweite Zeile mit $\mu_{23} = \frac{[bc1]}{[bb1]}$ und substrahirt von der dritten, dann mit $\mu_{24} = \frac{[bd1]}{[bb1]}$ und substrahirt von der vierten, und setzt:

$$\begin{aligned} &[cc1] - \frac{[bc1]}{[bb1]}[bc1] = [cc2]; \quad [cd1] - \frac{[bc1]}{[bb1]}[bd1] = [cd2] \\ &[dd1] - \frac{[bd1]}{[bb1]}[bd1] = [dd2]; \quad [de1] - \frac{[bd1]}{[bb1]}[be1] = [de2] \\ &\quad . \quad . \quad . \quad . \end{aligned} \tag{12a}$$

$$\text{allgemein:}\quad [kl1] - \frac{[bk1]}{[bb1]}[bl1] = [kl2],$$

so erhält man weiter:

$$D = \begin{vmatrix} [aa] & [ab] & [ac] & [ad] & \ldots \\ 0 & [bb1] & [bc1] & [bd1] & \ldots \\ 0 & 0 & [cc2] & [cd2] & \ldots \\ 0 & 0 & [cd2] & [dd2] & \ldots \\ & . & . & . & . \\ & & . & . & . \end{vmatrix} \tag{9b}$$

Indem man so weiter verfährt, erhält man, wenn die Zahl der Unbekannten r ist und die Coefficienten der fünf letzten Unbekannten mit i, j, k, l, m bezeichnet werden:

$$D = \begin{vmatrix} [aa] & [ab] & [ac] & [ad] & \ldots & [ai] & [aj] & [ak] & [al] & [am] \\ 0 & [bb1] & [bc1] & [bd1] & \ldots & [bi1] & [bj1] & [bk1] & [bl1] & [bm1] \\ 0 & 0 & [cc2] & [cd2] & \ldots & [ci2] & [cj2] & [ck2] & [cl2] & [cm2] \\ & & & & . \; . \; . & . \; . \; . & . \; . & & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \ldots & [ii\,\overline{r-5}] & [ij\,\overline{r-5}] & [ik\,\overline{r-5}] & [il\,\overline{r-5}] & [im\,\overline{r-5}] \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 & [jj\,\overline{r-4}] & [jk\,\overline{r-4}] & [jl\,\overline{r-4}] & [jm\,\overline{r-4}] \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 & [jk\,\overline{r-4}] & [kk\,\overline{r-4}] & [kl\,\overline{r-4}] & [km\,\overline{r-4}] \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 & [jl\,\overline{r-4}] & [kl\,\overline{r-4}] & [ll\,\overline{r-4}] & [lm\,\overline{r-4}] \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 & [jm\,\overline{r-4}] & [km\,\overline{r-4}] & [lm\,\overline{r-4}] & [mm\,\overline{r-4}] \end{vmatrix} \tag{9c}$$

Entwickelt man diese Determinante nach der ersten Columne, so bleibt nur $[aa]$, multiplicirt mit der zugehörigen Unterdeterminante; diese selbst ist gleich $[bb1]$ multiplicirt mit der zugehörigen Unterdeterminante u. s. w., so dass

$$D = [aa]\,[bb1]\,[cc2] \ldots [ii\,\overline{r-5}] \begin{vmatrix} [jj\,\overline{r-4}] & [jk\,\overline{r-4}] & [jl\,\overline{r-4}] & [jm\,\overline{r-4}] \\ [jk\,\overline{r-4}] & [kk\,\overline{r-4}] & [kl\,\overline{r-4}] & [km\,\overline{r-4}] \\ [jl\,\overline{r-4}] & [kl\,\overline{r-4}] & [ll\,\overline{r-4}] & [lm\,\overline{r-4}] \\ [jm\,\overline{r-4}] & [km\,\overline{r-4}] & [lm\,\overline{r-4}] & [mm\,\overline{r-4}] \end{vmatrix} \tag{9d}$$

ist. Die Unterdeterminante irgend eines Elementes $[ii']$ wird aber erhalten, indem man die zu diesem Elemente gehörige $i$te Zeile und i'te Columne weglässt, und mit $(-1)^{i+i'}$ multiplicirt; man erhält daher für die Unterdeterminanten der 16 Elemente der rechten unteren Ecke genau dieselbe Form, in

welcher nur eine Zeile und Columne in (9d) fehlt; es wird beispielsweise die Unterdeterminante des Elementes $[km]$

$$D_{km} = [aa]\,[bb1]\,[cc2]\ldots[ii\overline{r-5}] \begin{vmatrix} [ij\overline{r-4}] & [jl\overline{r-4}] & [jm\overline{r-4}] \\ [jk\overline{r-4}] & [kl\overline{r-4}] & [km\overline{r-4}] \\ [jl\overline{r-4}] & [ll\overline{r-4}] & [lm\overline{r-4}] \end{vmatrix}$$

Das Rechnungsschema wird sich demnach am zweckmässigsten folgendermaassen schreiben lassen:

	$[aa]$ $log\,[aa]$	$[ab]$ $log\,[ab]$	$[ac]$ $log\,[ac]$	$[ad]$ $log\,[ad]$	$[ae]$ $log\,[ae]$	...	$[an]$ $log\,[an]$	$[as]$ $log\,[as]$
$log\,\frac{[ab]}{[aa]} = log\,\mu_{12}$		$[bb]$ $\mu_{12}[ab]$	$[bc]$ $\mu_{12}[ac]$	$[bd]$ $\mu_{12}[ad]$	$[be]$ $\mu_{12}[ae]$	...	$[bn]$ $\mu_{12}[an]$	$[bs]$ $\mu_{12}[as]$
$log\,\frac{[ac]}{[aa]} = log\,\mu_{13}$			$[cc]$ $\mu_{13}[ac]$	$[cd]$ $\mu_{13}[ad]$	$[ce]$ $\mu_{13}[ae]$	...	$[cn]$ $\mu_{13}[an]$	$[cs]$ $\mu_{13}[as]$
...				..	..	....	..	..
		$[bb1]$ $log[bb1]$	$[bc1]$ $log[bc1]$	$[bd1]$ $log[bd1]$	$[be1]$ $log[be1]$	...	$[bn1]$ $log[bn1]$	$[bs1]$ $log[bs1]$
$log\,\frac{[bc1]}{[bb1]} = log\,\mu_{23}$			$[cc1]$ $\mu_{23}[bc1]$	$[cd1]$ $\mu_{23}[bd1]$	$[ce1]$ $\mu_{23}[be1]$	...	$[cn1]$ $\mu_{23}[bn1]$	$[cs1]$ $\mu_{23}[bs1]$
$log\,\frac{[bd1]}{[bb1]} = log\,\mu_{24}$				$[dd1]$ $\mu_{24}[bd1]$	$[de1]$ $\mu_{24}[be1]$	...	$[dn1]$ $\mu_{24}[bn1]$	$[ds1]$ $\mu_{24}[bs1]$
...				..	..	....	..	..
			$[cc2]$ $log\,[cc2]$	$[cd2]$ $log\,[cd2]$	$[ce2]$ $log\,[ce2]$	...	$[cn2]$ $log\,[cn2]$	$[cs2]$ $log\,[cs2]$
$log\,\frac{[cd2]}{[cc2]} = log\,\mu_{34}$				$[dd2]$ $\mu_{34}[cd2]$	$[de2]$ $\mu_{34}[ce2]$	...	$[dn2]$ $\mu_{34}[cn2]$	$[ds2]$ $\mu_{34}[cs2]$
...					..	....	..	..

Hat man sechs Unbekannte, so wird eine zweimalige Anwendung dieses Verfahrens bis zur Form (9d) führen; man erhält aber nur die Unterdeterminanten der rechten unteren Ecke. Eine Determinante bleibt aber dem Werthe nach ungeändert, und erhält nur den Faktor ± 1, wenn man Zeilen und Columnen vertauscht. Es ist für eine Determinante mit r^2 Gliedern:

$$D = (-1)^r \begin{vmatrix} [am] & [bm] & \ldots\ldots & [mm] \\ [al] & [bl] & \ldots\ldots & [lm] \\ & & \ldots\ldots & \\ & & \ldots\ldots & \\ [aa] & [ab] & \ldots\ldots & [am] \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} [mm] & [lm] & \ldots\ldots & [am] \\ [lm] & [ll] & \ldots\ldots & [al] \\ & & \ldots\ldots & \\ & & \ldots\ldots & \\ [am] & [al] & \ldots\ldots & [aa] \end{vmatrix}$$

wodurch man weitere 32 Unterdeterminanten auf dieselbe Weise erhält[1]). Sind

---

[1]) Bei nicht symmetrischen Determinanten kann man auf dieselbe Weise sämmtliche 64 Unterdeterminanten der vier Ecken erhalten; bei mehr als 8 Unbekannten werden auch Zeilen und Columnen aus der Mitte an den Anfang zu setzen sein, wobei man auf das Zeichen je nach der Zahl der Vertauschungen zu achten hat (vergl. meine »Bahnbestimmung des Kometen von 1811«, l. c., pag. 235).

daher nicht mehr als acht Unbekannte, so erhält man auf diese Weise sämmtliche Unterdeterminanten, und wenn weniger als acht Unbekannte sind, einzelne doppelt, was zur Controlle dienen kann.

In dem obigen Schema sind noch zwei Columnen zum Schlusse angefügt, welche bei der Berechnung der Determinanten wegbleiben, jedoch bei der folgenden Methode in Verwendung kommen, die sich für denjenigen, welcher mit der Rechnung mit Determinanten nicht genügend vertraut ist, als praktischer erweist.

Wendet man auf die Gleichungen (6) die durch (12) angezeigten Operationen an, indem man die mit μ_{12} multiplicirte erste Gleichung von der zweiten abzieht, die mit μ_{13} multiplicirte erste Gleichung von der dritten u. s. w. und setzt noch

$$[bn] - \frac{[ab]}{[aa]}[an] = [bn1]; \quad [cn] - \frac{[ac]}{[aa]}[an] = [cn1] \ldots, \tag{13a}$$

so erhält man die Gleichungen

$$\begin{aligned} [bb1]y + [bc1]z + \ldots &= [bn1] \\ [bc1]y + [cc1]z + \ldots &= [cn1]. \\ \ldots\ldots \end{aligned}$$

Wendet man auf diese Gleichungen wieder die durch (12a) angezeigten Operationen an, und setzt:

$$[cn1] - \frac{[bc1]}{[bb1]} = [cn2]; \quad [dn1] - \frac{[bd1]}{[bb1]} = [dn2], \tag{13b}$$

so folgt:

$$\begin{aligned} [cc2]z + [cd2]u + \ldots &= [cn2] \\ [cd2]z + [dd2]u + \ldots &= [dn2]. \\ \ldots\ldots\ldots \end{aligned}$$

Schreibt man von diesen Gleichungen je die erste an, so erhält man das System

$$\begin{aligned} [aa]x + [ab]y + [ac]z + [ad]u + \ldots\ldots &= [an] \\ [bb1]y + [bc1]z + [bd1]u + \ldots\ldots &= [bn1] \\ [cc2]z + [cd2]u + \ldots\ldots &= [cn2] \\ [dd3]u + \ldots\ldots &= [dn3] \\ \ldots\ldots \\ \ldots\ldots \end{aligned} \tag{14}$$

von denen jede folgende um eine Unbekannte weniger enthält wie die vorhergehende, weshalb man sie **Eliminationsgleichungen** nennt. Die letzte enthält daher nur eine Unbekannte, die daraus bestimmt werden kann. Substituirt man ihren Werth in die Vorhergehende, so erhält man eine zweite Unbekannte; durch Substitution der beiden erhaltenen in die nächst früheren wieder eine Unbekannte u. s. w.; schliesslich aus der vierten angeschriebenen u, dann aus der dritten z, aus der zweiten y, endlich aus der ersten x.

Dieser von Gauss eingeschlagene Vorgang ist demnach dem Wesen nach identisch mit dem früheren, bricht aber nicht dort ab, wo man die Determinanten vierter Ordnung erhält, sondern führt die Elimination noch weiter. Bei mehr als acht Unbekannten wird daher diese Elimination bis zum Schlusse nicht viel mehr Mühe machen, als die Bestimmung von etwa 32 Unterdeterminanten (von zwei Ecken); die Berechnung der Gleichungen (13a), (13b) wird dabei gleichzeitig mit den Gleichungen (12), (12a) vorgenommen, und zwar in den im Schema den Summen $[an]$, $[bn]$ ... $[bn1]$ ... vorbehaltenen Columnen; über dies ist noch eine letzte Columne für die gleichen Operationen mit den $[as]$

$[bs] \ldots [bs1]$ reservirt, welche zur Prüfung dienen. Bestimmt man nämlich die Grössen:

$$[bs] - \frac{[ab]}{[aa]}[as] = [bs1]; \qquad [cs] - \frac{[ac]}{[aa]}[as] = [cs1] \ldots$$

$$[cs1] - \frac{[bc1]}{[bb1]}[bs1] = [cs2] \ldots,$$

so hat man, wie man leicht findet, die Probegleichungen:

$$\begin{aligned} [bs1] &= [bb1] + [bc1] + \ldots \\ [cs1] &= [bc1] + [cc1] + \ldots \\ &\ldots \\ [cs2] &= [cc2] + [cd2] + \ldots \end{aligned} \tag{15}$$

Das Schema der Berechnung der $[an1]$, $[as1]$ unterscheidet sich demnach nicht von demjenigen für die Berechnung der übrigen Coëfficienten, und die Operationen können auf die beiden letzten Columnen für sich allein auch nach unten weiter fortgesetzt werden, wobei man schliesslich bei r Unbekannten nach r-maliger Anwendung der Operationen

$$[nnr] = [nsr]$$

erhalten muss.

Diese Methode hat aber den Nachtheil, dass sie die Unbekannten nicht independent giebt; die independente Darstellung ist aber insbesondere von Werth, wenn es sich um die Bestimmung der Gewichte und wahrscheinlichen Fehler der Unbekannten handelt.

Die in den Unbekannten x, y, z ... resultirenden Fehler rühren von den Beobachtungsfehlern her, welche den V anhaften, welche aber voll und unverändert in die n übergehen; da die Gleichungen (4) mit den Quadratwurzeln aus den Gewichten multiplicirt gedacht sind, so werden in den so transformirten Gleichungen die absoluten Beträge n auf die Gewichtseinheit reducirt, daher mit demselben wahrscheinlichen oder mittleren Fehler behaftet sein. Ist ε der mittlere Fehler jedes n[1]), so können daraus die mittleren Fehler der Unbekannten nach **3** (3a) abgeleitet werden, wenn diese als lineare Functionen der n ausgedrückt sind. Sei also

$$\begin{aligned} x &= \alpha_{11}n_1 + \alpha_{12}n_2 + \alpha_{13}n_3 + \ldots \\ y &= \alpha_{21}n_1 + \alpha_{22}n_2 + \alpha_{23}n_3 + \ldots \\ z &= \alpha_{31}n_1 + \alpha_{32}n_2 + \alpha_{33}n_3 + \ldots \\ &\ldots \end{aligned} \tag{16}$$

so werden sich die mittleren Fehler

$$\varepsilon_x^2 = (\alpha_{11}\varepsilon)^2 + (\alpha_{12}\varepsilon)^2 + (\alpha_{13}\varepsilon)^2 + \ldots$$

und ebenso für ε_y, ε_z ... ergeben, daher

$$\begin{aligned} \varepsilon_x^2 &= (\alpha_{11}^2 + \alpha_{12}^2 + \alpha_{13}^2 + \ldots)\varepsilon^2 \\ \varepsilon_y^2 &= (\alpha_{21}^2 + \alpha_{22}^2 + \alpha_{23}^2 + \ldots)\varepsilon^2 \\ \varepsilon_z^2 &= (\alpha_{31}^2 + \alpha_{32}^2 + \alpha_{33}^2 + \ldots)\varepsilon^2 \\ &\ldots \end{aligned}$$

Vergleicht man die Darstellung (16) mit derjenigen in (10), in welchen die n ebenfalls nur in linearen Verbindungen vorkommen, so findet man, indem dort die Summen $[an]$, $[bn]$, $[cn]$ ... aufgelöst werden:

[1]) Vor der Multiplikation sind die mittleren Fehler $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3 \ldots$ daher nach der Multiplikation $\sqrt{p_1}\varepsilon_1, \sqrt{p_2}\varepsilon_2, \ldots$ welche sämmtlich nach **2** (13) gleich ε sind.

$$
\begin{aligned}
\alpha_{\iota 1} &= \nabla_{\iota 1} a_1 + \nabla_{\iota 2} b_1 + \nabla_{\iota 3} c_1 + \dots \\
\alpha_{\iota 2} &= \nabla_{\iota 1} a_2 + \nabla_{\iota 2} b_2 + \nabla_{\iota 3} c_2 + \dots \\
\alpha_{\iota 3} &= \nabla_{\iota 1} a_3 + \nabla_{\iota 2} b_3 + \nabla_{\iota 3} c_3 + \dots \\
&\dots\dots\dots\dots
\end{aligned}
\tag{17}
$$

Würde man hier quadriren, so würden sich rechts nicht so einfach zu reducirende Ausdrücke ergeben. Multiplicirt man aber die erste Gleichung mit $\alpha_{\iota 1}$, die zweite mit $\alpha_{\iota 2}$, u. s. w. . . . die $x$te mit $\alpha_{\iota x}$ und addirt, so folgt

$$
\begin{aligned}
\alpha_{\iota 1}^2 + \alpha_{\iota 2}^2 + \dots + \alpha_{\iota x}^2 + \dots = &\Delta_{\iota 1}(a_1 \alpha_{\iota 1} + a_2 \alpha_{\iota 2} + a_3 \alpha_{\iota 3} + \dots) \\
&+ \Delta_{\iota 2}(b_1 \alpha_{\iota 1} + b_2 \alpha_{\iota 2} + b_3 \alpha_{\iota 3} + \dots) \\
&+ \Delta_{\iota 3}(c_1 \alpha_{\iota 1} + c_2 \alpha_{\iota 2} + c_3 \alpha_{\iota 3} + \dots) \\
&+ \dots\dots
\end{aligned}
\tag{17a}
$$

Um die rechts auftretenden Summen in den Klammern zu entwickeln, multiplicirt man die Gleichungen (17) der Reihe nach mit $a_1, a_2, a_3 \dots$ dann mit $b_1, b_2, b_3 \dots$ u. s. w. und erhält:

$$
\begin{aligned}
a_1 \alpha_{\iota 1} + a_2 \alpha_{\iota 2} + a_3 \alpha_{\iota 3} + \dots &= \nabla_{\iota 1}[aa] + \nabla_{\iota 2}[ab] + \nabla_{\iota 3}[ac] + \dots \\
b_1 \alpha_{\iota 1} + b_2 \alpha_{\iota 2} + b_3 \alpha_{\iota 3} + \dots &= \nabla_{\iota 1}[ab] + \nabla_{\iota 2}[bb] + \nabla_{\iota 3}[bc] + \dots \\
c_1 \alpha_{\iota 1} + c_2 \alpha_{\iota 2} + c_3 \alpha_{\iota 3} + \dots &= \nabla_{\iota 1}[ac] + \nabla_{\iota 2}[bc] + \nabla_{\iota 3}[cc] + \dots \\
&\dots\dots\dots
\end{aligned}
\tag{17b}
$$

Gemass (11a) verschwinden hier die rechten Seiten für alle Combinationen mit Ausnahme derjenigen, in denen $[ai]$, $[bi]$, $[ci]$ . . . (i das Element der ιten Zeile) auftritt, und diese wird gemäss (11) gleich 1[1]); es wird daher:

$$\alpha_{\iota 1}^2 + \alpha_{\iota 2}^2 + \alpha_{\iota 3}^2 \dots = \nabla_{\iota\iota} \tag{17c}$$

demnach

$$\varepsilon_x^2 = \nabla_{11}\,\varepsilon^2; \quad \varepsilon_y^2 = \nabla_{22}\,\varepsilon^2; \quad \varepsilon_z^2 = \nabla_{33}\,\varepsilon^2 \dots \tag{18}$$

oder die Gewichte der Unbekannten

$$p_x = \frac{1}{\nabla_{11}}; \quad p_y = \frac{1}{\nabla_{22}}; \quad p_z = \frac{1}{\nabla_{33}} \dots, \tag{18a}$$

d. h. die Gewichte der Unbekannten sind gleich den reciproken Werthen der durch die Determinante D dividirten Unterdeterminanten der Diagonalreihe, und zwar derjenigen Unterdeterminante, welche aus der zur betreffenden Unbekannten gehörigen Zeile (Normalgleichung) entnommen ist.

Hat man die Normalgleichungen nicht unbestimmt aufgelöst, sondern nach der Gauss'schen Methode, so erhält man die Gewichte nicht unmittelbar; setzt man in (10): $[an] = 1$, $[bn] = [cn] = \dots = 0$, so folgt $x = \nabla_{11}$, d. h. ∇_{11} oder der reciproke Werth des Gewichts von x ist derjenige Werth von x, welchen man erhält, wenn man in den Normalgleichungen (6) an Stelle der rechten Seite in der Normalgleichung für x die Einheit, in den übrigen die Null setzt; ebenso erhält man den reciproken Werth des Gewichtes irgend einer andern Unbekannten, wenn man in der Normalgleichung für diese Unbekannte die rechte Seite gleich 1 setzt, und die übrigen Null, u. s. w. Will man daher nach der Gauss'schen Methode verfahren, so wird man in dem Schema auf pag. 48 zweckmässig bei r Unbekannten noch r Columnen hinzufügen, von denen jede einer der Combinationen:

$$
\begin{aligned}
&[an] = 1, \quad [bn] = 0, \quad [cn] = 0, \quad [dn] = 0 \\
&[an] = 0, \quad [bn] = 1, \quad [cn] = 0, \quad [dn] = 0 \\
&[an] = 0, \quad [bn] = 0, \quad [cn] = 1, \quad [dn] = 0 \\
&\dots\dots\dots\dots\dots
\end{aligned}
$$

[1]) Produkte von Minoren einer Elementenreihe mit dieser selbst; im ersten Falle mit andern Elementenreihen.

entspricht. Um die mittleren Fehler ε_x, ε_y, ε_z . . . zu bestimmen, ist noch die Kenntniss von ε nöthig. Hat man ursprünglich die Gewichte p aus den vorher bekannten mittleren Fehlern ε_1, ε_2, ε_3 . . . der beobachteten Werthe V_1, V_2, V_3 . . . bestimmt, so wird man $\varepsilon = \sqrt{p_i}\,\varepsilon_i$ kennen; man kann aber ε aus der Uebereinstimmung der Resultate selbst finden. Setzt man die gefundenen Werthe x, y, z . . . der Unbekannten in die Bedingungsgleichungen (4) ein, so erhält man die übrigbleibenden Fehler:

$$\begin{aligned} v_1 &= a_1 x + b_1 y + c_1 z + \ldots - n_1 \\ v_2 &= a_2 x + b_2 y + c_2 z + \ldots - n_2 \\ v_3 &= a_3 x + b_3 y + c_3 z + \ldots - n_3 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned} \tag{4a}$$

die nur dann Null sein würden, wenn die Beobachtungen fehlerfrei wären. Da die Gleichungen (4) auf die Gewichtseinheit reducirt sind, so könnte man sofort den mittleren Fehler ε der Gewichtseinheit aus der Fehlerquadratsumme $[vv]$ ermitteln. Nach dem Begriffe des mittleren Fehlers ist, wenn ρ die Zahl der Bedingungsgleichungen ist:

$$\varepsilon^2 = \frac{[\Delta\Delta]}{\rho},$$

wobei Δ die wahren Beobachtungsfehler sind, die man aber nicht kennt; diese würden sich aus den Gleichungen (4) ergeben, wenn man für x, y, z . . . ihre wahren Werthe $x + \xi$, $y + \eta$, $z + \zeta$ . . . an Stelle der gefundenen, wahrscheinlichsten Werthe x, y, z . . . substituiren würde; es wäre also:

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= a_1(x + \xi) + b_1(y + \eta) + c_1(z + \zeta) + \ldots - n_1 \\ \Delta_2 &= a_2(x + \xi) + b_2(y + \eta) + c_2(z + \zeta) + \ldots - n_2 \\ \Delta_3 &= a_3(x + \xi) + b_3(y + \eta) + c_3(z + \zeta) + \ldots - n_3 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned} \tag{4b}$$

Multiplicirt man die Gleichungen (4a) und (4b) der Reihe nach mit Δ_1, Δ_2, Δ_3 . . . . und addirt, so erhält man

$$[v\Delta] = [a\Delta]x + [b\Delta]y + [c\Delta]z \ldots - [n\Delta]$$
$$[\Delta\Delta] = [a\Delta](x + \xi) + [b\Delta](y + \eta) + [c\Delta](z + \zeta) + \ldots - [n\Delta],$$

aus welchen man durch Subtraction:

$$[\Delta\Delta] = [v\Delta] + [a\Delta]\xi + [b\Delta]\eta + [c\Delta]\zeta + \ldots \tag{20}$$

erhält. Multiplicirt man aber die Gleichungen (4a), (4b), bezw. mit v_1, v_2, v_3 . . . . und addirt, so folgt wegen (5b):

$$[vv] = -[nv]; \quad [v\Delta] = -[nv],$$

demnach

$$[v\Delta] = [vv]$$

und damit aus (20):

$$[\Delta\Delta] = [vv] + [a\Delta]\xi + [b\Delta]\eta + [c\Delta]\zeta + \ldots \tag{20a}$$

Die Bestimmung von $[vv]$ ist einfach; es war oben gefunden: $[vv] = -[nv]$; multiplicirt man nun die Gleichungen (4a) der Reihe nach mit $-n_1$, $-n_2$, $-n_3$ . . . und addirt, so folgt:

$$-[nv] = [nn] - [an]x - [bn]y - [cn]z - \ldots$$

folglich

$$[vv] = [nn] - [an]x - [bn]y - [cn]z - \ldots \tag{21}$$

Hat man die Unbekannten nach der GAUSS'schen Methode bestimmt, so lässt sich diese Gleichung noch vereinfachen; substituirt man nämlich x aus der ersten Eliminationsgleichung (14), so wird

$$
\begin{aligned}
[vv] &= [nn] - [bn]y - [cn]z \ldots\ldots \\
&- [an]\frac{[an]}{[aa]} - \frac{[an]}{[aa]}[ab]y - \frac{[an]}{[aa]}[ac]z \ldots\ldots \\
&= [nn1] - [bn1]y - [cn1]z \ldots\ldots
\end{aligned}
$$

und wenn man hier für y aus der zweiten Eliminationsgleichung (14) substituirt:

$$[vv] = [nn2] - [cn2]z - \ldots.$$

In dieser Weise fortfahrend erhält man schliesslich bei r Unbekannten

$$[vv] = [nnr]. \tag{21a}$$

$[vv]$ kann demnach in Gleichung (20a) als bekannt angesehen werden; zwischen den Grössen ξ, η, ζ.... und den wahren Beobachtungsfehlern Δ, welche noch in (20a) auftreten, kann man noch einfache Relationen aufstellen; multiplicirt man die Gleichungen (4b) bezw. mit a_1, a_2, a_3.... und addirt, ferner mit b_1, b_2, b_3.... und addirt u. s. w., so folgt mit Rücksicht auf die Normalgleichungen (6), welchen die in (4b) auftretenden x genügen müssen:

$$
\begin{aligned}
[aa]\xi + [ab]\eta + [ac]\zeta + \ldots &= [a\Delta] \\
[ab]\xi + [bb]\eta + [bc]\zeta + \ldots &= [b\Delta] \\
[ac]\xi + [bc]\eta + [cc]\zeta + \ldots &= [c\Delta] \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}
\tag{20b}
$$

Man könnte die Ausdrücke für $[a\Delta]$, $[b\Delta]$... in (20a) substituiren, wodurch die unbekannten, wahren Beobachtungsfehler eliminirt wären; dann braucht man aber die ξ, η, ζ, deren Werthe vollständig unbekannt sind, während man, wenn auch nicht die Grösse der einzelnen Δ, so doch die allgemeine Vertheilung und den durchschnittlichen Werth derselben kennt. Es wird daher besser, die ξ, η, ζ aus (20b) auszudrücken, und deren Werthe in (20a) zu substituiren. Aber die Gleichungen (20b) sind genau dieselben Gleichungen wie die Normalgleichungen, nur tritt an Stelle der Unbekannten x, y, z... überall ξ, η, ζ und an Stelle der n treten die Δ; hieraus folgt:

$$
\begin{aligned}
\xi &= \alpha_{11}\Delta_1 + \alpha_{12}\Delta_2 + \alpha_{13}\Delta_3 + \ldots \\
\eta &= \alpha_{21}\Delta_1 + \alpha_{22}\Delta_2 + \alpha_{23}\Delta_3 + \ldots \\
\zeta &= \alpha_{31}\Delta_1 + \alpha_{32}\Delta_2 + \alpha_{33}\Delta_3 + \ldots \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned}
\tag{16a}
$$

wo die α dieselbe Bedeutung haben, wie früher in (16), sodass für dieselben die Gleichungen (17), (17a), (17b), bestehen. Hiernach wird:

$$
\begin{aligned}
[a\Delta]\xi &= (a_1\Delta_1 + a_2\Delta_2 + a_3\Delta_3 + \ldots)(\alpha_{11}\Delta_1 + \alpha_{12}\Delta_2 + \alpha_{13}\Delta_3 + \ldots) \\
&= a_1\alpha_{11}\Delta_1^2 + a_2\alpha_{12}\Delta_2^2 + a_3\alpha_{13}\Delta_3^2 + \ldots + \Sigma a_i\alpha_{1x}\Delta_i\Delta_x.
\end{aligned}
$$

Die letzte Summe enthält nur die Combinationen aller wahren Beobachtungsfehler Δ, und muss daher, der Natur derselben gemäss, verschwinden; in der ersten Summe treten die Quadrate der einzelnen Beobachtungsfehler auf, und man kann, da ξ jedenfalls nur äusserst klein ist, an Stelle derselben einen mittleren Werth dieses Quadrates, d. i. das Quadrat der mittleren Fehler der Gleichungen (4), also ε^2 setzen, und erhält dann mit Berücksichtigung von (17b) und (11a):

$$[a\Delta]\xi = (a_1\alpha_{11} + a_2\alpha_{12} + a_3\alpha_{13} + \ldots)\,\varepsilon^2 = \varepsilon^2.$$

Dasselbe gilt für die übrigen Summen $[b\Delta]\eta$, $[c\Delta]\zeta$.... und da deren Zahl gleich der Zahl r der Unbekannten ist, so folgt aus (20a) mit Rücksicht auf (19):

$$p\varepsilon^2 = [vv] + r\varepsilon^2$$

$$\varepsilon^2 = \frac{[vv]}{p - r}, \tag{22}$$

wobei p die Zahl der Bedingungsgleichungen und r die Zahl der Unbekannten ist, und $[vv]$ durch (21) oder (21a) bestimmt ist. Als durchgreifende Prüfung der ganzen Ausgleichung kann man die Unbekannten in die Bedingungsgleichungen (4) substituiren, und daraus die übrigbleibenden Fehler v einzeln bestimmen, daraus $[vv]$ bilden, welches sich innerhalb der Unsicherheit der Rechnung mit dem aus (21) oder (21a) folgenden Werthe decken muss.

Unterliegt die Bestimmung einzelner Unbekannten einer besonderen Unsicherheit, so wird diese nothwendig die übrigen Unbekannten mit beeinflussen, denn man erhält immer nur zusammengehörige Werthesysteme. Ist nicht von vornherein bekannt, dass und welche Werthe unsicher erhalten werden (z. B. der Uhrgang oder die stündliche Azimuthänderung bei Beobachtungen am Meridiankreise, wenn diese nur einen kurzen Zeitraum umfassen), so wird es sich im Verlaufe der Rechnung zeigen, indem die Coëfficienten dieser Unbekannten sehr klein werden. In diesem Falle wird man die Ausgleichung wiederholen, indem man alle Unbekannten als Functionen dieser Elemente darstellt. Seien diese Unbekannten u, w, so werden die Normalgleichungen:

$$\begin{aligned}
[aa]x + [ab]y + [ac]z + \ldots &= [an] - [al]u - [am]w \\
[ab]x + [bb]y + [bc]z + \ldots &= [bn] - [bl]u - [bm]w \\
[ac]x + [bc]y + [cc]z + \ldots &= [cn] - [cl]u - [cm]w \\
\ldots\ldots\ldots&\ldots\ldots\ldots \\
\ldots\ldots\ldots&\ldots\ldots\ldots
\end{aligned} \tag{23}$$

Die Auflösung dieser Gleichungen unterliegt keiner Schwierigkeit; man erhält entweder nach der GAUSS'schen Methode oder durch Determinanten:

$$\begin{aligned}
x &= \nabla_{11}[an] + \nabla_{12}[bn] + \ldots - \{\nabla_{11}[al] + \nabla_{12}[bl] + \ldots\}u - \{\nabla_{11}[am] + \nabla_{12}[bm] + \ldots\}w \\
y &= \nabla_{12}[an] + \nabla_{22}[bn] + \ldots - \{\nabla_{12}[al] + \nabla_{22}[bl] + \ldots\}u - \{\nabla_{12}[am] + \nabla_{22}[bm] + \ldots\}w \\
z &= \nabla_{13}[an] + \nabla_{33}[bn] + \ldots - \{\nabla_{13}[al] + \nabla_{33}[bl] + \ldots\}u - \{\nabla_{13}[am] + \nabla_{33}[bm] + \ldots\}w \\
&\ldots\ldots\ldots
\end{aligned} \tag{24}$$

wobei natürlich die $\nabla_{11}, \nabla_{12}, \nabla_{13} \ldots$ jetzt die Minoren der Determinante $(r-2)$ten Grades von den $r-2$ ersten Unbekannten sind; (die Normalgleichungen für u, w brauchen nicht aufgestellt zu werden). Substituirt man diese Werthe in die Bedingungsgleichungen, so erhält man wieder p Bedingungsgleichungen zwischen den beiden Unbekannten u, w (und ganz ähnlich, wenn drei oder mehr Unbekannte ausgeschaltet werden mussten); in diesen können die Coëfficienten so klein sein, dass an eine Bestimmung der Unbekannten nicht zu denken ist; dann wird man sich für u, w auf anderem Wege Werthe zu verschaffen suchen (im vorigen Beispiel z. B. für den Uhrgang) oder aber, man wird anderweitig bekannte Werthe annehmen müssen: gleich Null, wenn die angenommenen Näherungen für die betreffenden Unbekannten selbst die bis dahin besten bekannten Werthe wären, und durch Substitution dieser Ausdrücke in (14) $x, y, z \ldots$ berechnen. In jedem Falle erhält man in den Gleichungen (24) den Einfluss, welchen die u, w, d. h. Aenderungen in den diesen entsprechenden Unbekannten auf die übrigen Unbekannten haben. Sind die Coëfficienten jedoch ausreichend gross, um an eine gute Bestimmung der u, w schreiten zu können[1]), so ist die bei der ersten Ausgleichung erhaltene Un-

[1]) Nahe Proportionalität der Coëfficienten gestattet nur die Bestimmung von $u \pm w$, kann aber nur auftreten, wenn dieselbe bereits in den ursprünglichen Bedingungsgleichungen vorhanden war.

sicherheit nur eine Folge der vielen Zwischenoperationen, und man kann jetzt u, w aus diesen ρ Bedingungsgleichungen direkt durch Aufstellung zweier Normalgleichungen für u, w bestimmen, und dann die erhaltenen Werthe zur Ermittelung von $x, y, z \ldots$ aus (23) verwenden.

5. **Beispiel.** Die auf pag. 15 gegebenen Bedingungsgleichungen geben unter der Voraussetzung gleicher Gewichte die Normalgleichungen:

$$\begin{aligned} 5\Delta x - 2{\cdot}715\xi - 1{\cdot}670 n &= +1{\cdot}348 \\ -2{\cdot}715\Delta x + 14{\cdot}821\xi - 6{\cdot}610 n &= -4{\cdot}4049 \\ -1{\cdot}670\Delta x - 6{\cdot}610\xi + 13{\cdot}841 n &= +4{\cdot}3387. \end{aligned}$$

Nach der Gauss'schen Methode wird daher die Rechnung (die Logarithmen in Klammern eingeschlossen):

	+ 5 (0·6990)	− 2·715 $(0_n 4338)$	− 1·670 $(0_n 2227)$	+ 1·348 (0·1297)
$(9_n 7348)$		+ 14·821 + 1·475	− 6·610 + 0·907	− 4·405 − 0·732
$(9_n 5287)$			+ 13·841 + 0·558	+ 4·339 − 0·450
(9·4307)				+ 2·196 + 0·363
		+ 13·346 (1·1253)	− 7·517 $(0_n 8760)$	− 3·673 $(0_n 5650)$
$(9_n 7507)$			+ 13·283 + 4·234	+ 4·789 + 2·069
$(9_n 4397)$				+ 1·833 + 1·011
			+ 9·049 (0·9566)	+ 2·720 (0·4346)
(9·4788)				+ 0·822 + 0·818
				+ 0·004

Damit werden die Eliminationsgleichungen;

$$\begin{aligned} 5\Delta x - 2{\cdot}715\xi - 1{\cdot}670 n &= +1{\cdot}348 \\ +13{\cdot}346\xi - 7{\cdot}517 n &= -3{\cdot}673 \\ +9{\cdot}049 n &= +2{\cdot}720 \end{aligned}$$

aus denen sich die Unbekannten

$$n = +0{\cdot}301, \quad \xi = -0{\cdot}106, \quad \Delta x = +0{\cdot}314$$

ergeben; die Fehlerquadratsumme ist von + 2·196 auf + 0·004 herabgegangen.

Rechnet man die Unterdeterminanten D_{ik} der neungliedrigen Determinante der Coefficienten, so werden diese:

$$\begin{matrix} +161{\cdot}448 & +48{\cdot}617 & +42{\cdot}697 \\ +48{\cdot}617 & +66{\cdot}417 & +37{\cdot}584 \\ +42{\cdot}697 & +37{\cdot}584 & +66{\cdot}734; \end{matrix}$$

damit wurde die Determinante $D = 603{\cdot}98$, und die durch diese Determinante dividirten Unterdeterminanten Δ_{ik}:

$$\begin{matrix} +0{\cdot}2673 & +0{\cdot}0805 & +0{\cdot}0707 \\ +0{\cdot}0805 & +0{\cdot}1100 & +0{\cdot}0622 \\ +0{\cdot}0707 & +0{\cdot}0622 & +0{\cdot}1105 \end{matrix}$$

demnach die Unbekannte nach **4** (10):

$$\Delta x = +0{\cdot}3138; \quad \xi = -0{\cdot}1044; \quad n = +0{\cdot}3019$$

und die Summe der Quadrate der übrigbleibenden Fehler nach **4** (21): $[vv] = +0{\cdot}0027$, während sich durch Substitution der Werthe Δx, ξ, n in die Bedingungsgleichungen pag. 15 die übrigbleibenden Fehler

$$+0{\cdot}002, \quad -0{\cdot}015, \quad +0{\cdot}026, \quad +0{\cdot}008, \quad -0{\cdot}025$$

mit der Fehlerquadratsumme $+0{\cdot}0016$ ergiebt.

Die Determinanten Δ_{ii} der Diagonalreihe sind

$$+0{\cdot}2673, \quad +0{\cdot}1100, \quad +0{\cdot}1105,$$

deren reciproke Werthe die Gewichte der Unbekannten

$$p_{\Delta x} = 3{\cdot}74; \quad p_\xi = 9{\cdot}09; \quad p_n = 9{\cdot}05$$

sind. Mit $[vv] = +0{\cdot}0027$ wird, da $r = 5$, $\rho = 3$ ist, der Fehler der Gewichtseinheit $\varepsilon = \pm 0^r{\cdot}037$ und damit

$$\varepsilon_{\Delta x} = \pm 0^r{\cdot}019; \quad \varepsilon_\xi = \pm 0^r{\cdot}012; \quad \varepsilon_n = \pm 0^r{\cdot}012.$$

Dieses einfache Rechnungsbeispiel wird den Gang der numerischen Operationen ausreichend veranschaulichen, wenn auch, wie natürlich, die Ausdehnung der Rechnung mit der Zahl der Unbekannten ausserordentlich anwächst.

Es wird jedoch gut, noch ein in der Praxis sehr wichtiges, theoretisches Beispiel durchzuführen, d. i. die Bildung von Normalorten.

In denjenigen Fällen, in denen die Zahl der Bedingungsgleichungen sehr gross ist, wird die Arbeit bei der Bildung der Produkte $[aa]$, $[ab]$ . . . für die Normalgleichungen sehr gross. Man kann jedoch, ohne die Genauigkeit wesentlich zu beeinträchtigen, die Arbeit bedeutend vermindern, wenn die die einzelnen Bedingungsgleichungen gebenden Beobachtungen Gruppen bilden, wie dies z. B. bei dem hier durchgeführten numerischen Beispiele der Fall ist.

Von Wichtigkeit wird dies auch bei den Bahnbestimmungen. Jede vollständige Beobachtung eines Planeten und Kometen giebt zwei Bedingungsgleichungen; lassen sich aber der Zeit nach nicht zu entfernt von einander gelegene Beobachtungen zusammenfassen, so kann die Zahl der Bedingungsgleichungen wesentlich vermindert werden: jede Gruppe von Beobachtungen giebt einen Normalort, also zwei Bedingungsgleichungen.

Die Abweichungen, Beobachtung — Rechnung werden sich stets in der Form darstellen lassen:

$$\begin{aligned} u &= \cos\delta\Delta\alpha = a + b(t - t_0) + c(t - t_0)^2 + \ldots \\ v &= \quad\;\; \Delta\delta = a' + b'(t - t_0) + c'(t - t_0)^2 + \ldots \end{aligned} \tag{1}$$

Die Bestimmung der Coëfficienten a, b, c . . . . a', b', c' . . . aus den Beobachtungen und die Heranziehung dieser Coëfficienten zur Bestimmung der Elementencorrectionen ist aber keineswegs praktisch. Hingegen wird diese Darstellung sich als nützlich erweisen, wenn man die Zeiten $(t - t_0)$ innerhalb so enger Intervallen wählen kann, dass man mit den ersten Gliedern ausreicht. Berücksichtigt man die ersten drei Glieder, so geben die einzelnen beobachteten Rectascensionen die Gleichungen

$$\begin{aligned} u_1 &= a + b(t_1 - t_0) + c(t_1 - t_0)^2 \\ u_2 &= a + b(t_2 - t_0) + c(t_2 - t_0)^2 \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ u_n &= a + b(t_n - t_0) + c(t_n - t_0)^2 \end{aligned}$$

und ähnlich für die Deklinationen. Nach der Methode der kleinsten Quadrate erhält man hieraus die Normalgleichungen:

$$\begin{aligned} na + \Sigma_1 b + \Sigma_2 c &= \alpha \\ \Sigma_1 a + \Sigma_2 b + \Sigma_3 c &= \beta \\ \Sigma_2 a + \Sigma_3 b + \Sigma_4 c &= \gamma, \end{aligned}$$

wobei

$$\sum_{i=1}^{n} (t_i - t_0)^k = \Sigma_k; \quad \sum_{i=1}^{n} u_i = \alpha; \quad \sum_{i=1}^{n} u_i(t_i - t_0) = \beta; \quad \sum_{i=1}^{n} u_i(t_i - t_0)^2 = \gamma \qquad (2)$$

gesetzt ist.

Hieraus erhält man:

$$a = \frac{1}{D}\begin{vmatrix} \alpha & \Sigma_1 & \Sigma_2 \\ \beta & \Sigma_2 & \Sigma_3 \\ \gamma & \Sigma_3 & \Sigma_4 \end{vmatrix}; \quad b = \frac{1}{D}\begin{vmatrix} n & \alpha & \Sigma_2 \\ \Sigma_1 & \beta & \Sigma_3 \\ \Sigma_2 & \gamma & \Sigma_4 \end{vmatrix}; \quad c = \frac{1}{D}\begin{vmatrix} n & \Sigma_1 & \alpha \\ \Sigma_1 & \Sigma_2 & \beta \\ \Sigma_2 & \Sigma_3 & \gamma \end{vmatrix}$$

$$D = \begin{vmatrix} n & \Sigma_1 & \Sigma_2 \\ \Sigma_1 & \Sigma_2 & \Sigma_3 \\ \Sigma_2 & \Sigma_3 & \Sigma_4 \end{vmatrix}$$

oder entwickelt:

$$a = \frac{1}{D}[\alpha(\Sigma_2\Sigma_4 - \Sigma_3^2) - \beta(\Sigma_1\Sigma_4 - \Sigma_2\Sigma_3) + \gamma(\Sigma_1\Sigma_3 - \Sigma_2^2)]. \qquad (3)$$

a ist der Werth von $(\cos\delta\Delta\alpha)$ für den Zeitmoment $t = t_0$ und kann demnach als die zur Zeit $t = t_0$ gehörige Ephemeridencorrection aufgefasst werden, unter der Voraussetzung, dass sich die gegebene Reihe der Ephemeridencorrectionen in der Form (1) darstellt. Anders ausgesprochen: Hat man eine Reihe von aufeinanderfolgenden Ephemeridencorrectionen, welche sich in der Form (1) darstellen lassen, so wird der Werth derselben für die Zeit $t = t_0$ durch die Form (3) dargestellt, wobei die Σ und α, β, γ durch (2) bestimmt sind. Bringt man den hieraus folgenden Werth von $\Delta\alpha$ an den zur Zeit t aus der Ephemeride folgenden Werth von α an[1]), so erhält man den allen Beobachtungen u_1, u_2, ... u_n sich nach der Methode der kleinsten Quadrate am besten anschmiegenden Werth von α, also einen aus dieser Beobachtungsgruppe abgeleiteten Normalort. Die Kenntniss der Werthe b, c ist dabei nicht weiter erforderlich; doch soll wegen des Folgenden noch der Werth von c angesetzt werden:

$$c = \frac{1}{D}[\alpha(\Sigma_1\Sigma_3 - \Sigma_2^2) - \beta(n\Sigma_3 - \Sigma_1\Sigma_2) + \gamma(n\Sigma_2 - \Sigma_1^2)].$$

Die Formeln werden etwas einfacher, wenn man den ganz beliebigen Zeitmoment t_0 so wählt dass $\Sigma_1 = 0$ wird; dann ist

$$t_0 = \frac{1}{n}[t_1 + t_2 + \; \ldots \; + t_n], \qquad (4)$$

d. h. der Normalort bezieht sich auf die Mitte der den einzelnen Beobachtungen entsprechenden Zeit. Dann wird:

$$a = \frac{1}{D}[\alpha(\Sigma_2\Sigma_4 - \Sigma_3^2) + \beta\Sigma_2\Sigma_3 - \gamma\Sigma_2^2]$$

$$c = \frac{1}{D}[-\alpha\Sigma_2^2 - \beta n\Sigma_3 + \gamma n\Sigma_2]$$

$$D = n(\Sigma_2\Sigma_4 - \Sigma_3^2) - \Sigma_2^3.$$

[1] Man sucht $\cos\delta\Delta\alpha$ und nicht $\Delta\alpha$, weil die Werthe von $\Delta\alpha$ in den verschiedenen Deklinationen nicht direkt mit einander vergleichbar sind, sondern erst durch Multiplikation mit $\cos\delta$ auf den Parallel reducirt werden müssen.

Ist die Reihe der u-Werthe eine solche, dass $c = 0$ angenommen werden kann, d. h. kann man sich bei der Bildung des Normalortes auf die ersten beiden Glieder beschränken, so wird die Berechnung desselben äusserst einfach. Die Bedingung, dass $c = 0$ angenommen werden darf, ist

$$-\alpha\Sigma_2^2 - \beta n\Sigma_3 + \gamma n\Sigma_2 = 0. \tag{5}$$

Unter dieser Voraussetzung wird, wenn der Werth von γ aus dieser Gleichung in den Werth von a substituirt wird, β ebenfalls herausfallen und man findet

$$a = \frac{1}{nD}[n\alpha(\Sigma_2\Sigma_4 - \Sigma_3^2) + n\beta\Sigma_2\Sigma_3 - (\alpha\Sigma_2^3 + n\beta\Sigma_2\Sigma_3)]$$
$$= \frac{\alpha}{nD}[n(\Sigma_2\Sigma_4 - \Sigma_3^2) - \Sigma_2^3]$$

oder einfach

$$a = \frac{\alpha}{n} = \frac{\Sigma u_i}{n} \tag{6}$$

wie auch unmittelbar aus den Bedingungsgleichungen

$$na + \Sigma_1 b = \Sigma u_i$$
$$\Sigma_1 a + \Sigma_2 b = \Sigma u_i(t_i - t_0),$$

unter der Voraussetzung $c = 0$ für den durch (4) definirten Zeitmoment folgt.

Gleichung (5) giebt ein Kriterium für die Anwendbarkeit von Formel (6): da die u_i um die Beobachtungsfehler von den wahren Werthen abweichen, diese Beobachtungsfehler aber vollständig regellos sein werden, so kann man a priori kein Urteil über die Erfüllung oder Nichterfüllung dieser Gleichung geben. Auch wird im allgemeinen diese Gleichung nicht für Rectascensionen und Deklinationen gleichzeitig für denselben Zeitmoment t_0 erfüllt sein; man kann aber, wenn der Ausdruck (5) berechnet ist, leicht die an (6) anzubringende Correction bestimmen. Ist nämlich

$$-\alpha\Sigma_2^2 - \beta n\Sigma_3 + \gamma n\Sigma_2 = \varkappa,$$

so wird sofort:

$$c = \frac{\varkappa}{D}$$

bekannt und dann wird

$$a = \frac{1}{nD}[\alpha n(\Sigma_2\Sigma_4 - \Sigma_3^2) - \Sigma_2(cD + \alpha\Sigma_2^3)]$$
$$= \frac{1}{nD}[\alpha D - \Sigma_2 cD]$$

oder

$$a = \frac{1}{n}[\alpha - \Sigma_2 c]. \tag{7}$$

Meist wird man die Correction $\Sigma_2 c$ übergehen, und überdies die Ephemeridencorrection als für die nächstgelegene Mitternacht gültig ansehen können.

6. Es erübrigt noch die Behandlung der Aufgabe, wenn zwischen den Unbekannten Bedingungsgleichungen bestehen. Hierbei beschränkt man sich in den Lehrbüchern[1]) stets auf den dem unmittelbaren Bedürfnisse entsprechenden Fall, dass man Bedingungsgleichungen zwischen unmittelbar beobachteten Grössen zu erfüllen hat. Hier soll der allgemeine Fall betrachtet werden. Es seien also die Unbekannten $X, Y, Z \ldots$ wieder aus den Gleichungen

$$V = f(X, Y, Z \ldots)$$

[1]) Auch MEYER-CZUBER, l. c., pag. 313 behandelt nicht den allgemeinen Fall

zu ermitteln, wobei V eine beobachtete Grösse ist; seien V_1, V_2, V_3 . . die einzelnen Beobachtungen, m_1, m_2, m_3 . . . die Werthe der Function f für die angenommenen genäherten Werthe x_0, y_0, z_0 . . .

$$V_\iota - m_\iota = n_\iota$$

so hat man die Bestimmungsgleichungen für die x, y, z . . . in der linearen Form

$$n_\iota = a_\iota x + b_\iota y + c_\iota z + \dots \tag{1a}$$

und den Fehler dieser Bestimmungsgleichungen

$$v_\iota = a_\iota x + b_\iota y + c_\iota z + \dots\dots - n_\iota. \tag{2}$$

Sind die Gleichungen auf die Fehlereinheit reducirt, so wird die Summe der Fehlerquadrate

$$\Sigma = [vv]$$

zu einem Minimum zu machen sein, wozu erforderlich ist, dass

$$\tfrac{1}{2}\frac{\partial\Sigma}{\partial x}dx + \tfrac{1}{2}\frac{\partial\Sigma}{\partial y}dy + \tfrac{1}{2}\frac{\partial\Sigma}{\partial z}dz + \dots = 0 \tag{3}$$

wird. Hier sind nun aber die x, y, z . . . nicht von einander unabhängig, sondern gewissen theoretischen Bedingungen unterworfen, die sich durch die Bedingungsgleichungen

$$\begin{aligned}\varphi(X, Y, Z \dots) &= 0\\ \psi(X, Y, Z \dots) &= 0\\ \chi(X, Y, Z \dots) &= 0\\ \dots\dots\dots\end{aligned} \tag{4}$$

ausdrücken lassen. Der natürlichste Weg scheint derjenige zu sein, aus diesen Bedingungsgleichungen so viele Unbekannte zu bestimmen, als Bedingungsgleichungen gegeben sind, welche sich demnach als Functionen der übrigen darstellen, diese in die Gleichungen (1a) zu substituiren, wodurch die noch übrigbleibenden Unbekannten von einander unabhängig sind, und die Aufgabe auf die frühere reducirt erscheint. Die Auflösung wird aber in dieser Form unmöglich, wenn die Bedingungsgleichungen nicht leicht lösbar (z. B. transcendent) sind. Einfacher wird es daher, wenn man aus den Bedingungsgleichungen (4) die Beziehungen zwischen den Differentialen der Unbekannten aufstellt, und diese mit unbestimmten Coefficienten K_1, K_2, K_3 . . . multiplicirt, zu (3) addirt. Man hat aus (4), indem $dX = dx$, $dY = dy$, $dZ = dz$ . . . ist:

$$\begin{aligned}\frac{\partial\varphi}{\partial x}dx + \frac{\partial\varphi}{\partial y}dy + \frac{\partial\varphi}{\partial z}dz + \dots &= 0\\ \frac{\partial\psi}{\partial x}dx + \frac{\partial\psi}{\partial y}dy + \frac{\partial\psi}{\partial z}dz + \dots &= 0\\ \frac{\partial\chi}{\partial x}dx + \frac{\partial\chi}{\partial y}dy + \frac{\partial\chi}{\partial z}dz + \dots &= 0\\ \dots\dots\dots\dots\end{aligned} \tag{5}$$

$$\left\{\tfrac{1}{2}\frac{\partial\Sigma}{\partial x} + K_1\frac{\partial\varphi}{\partial x} + K_2\frac{\partial\psi}{\partial x} + K_3\frac{\partial\chi}{\partial x} + \dots\right\}dx + \left\{\tfrac{1}{2}\frac{\partial\Sigma}{\partial y} + K_1\frac{\partial\varphi}{\partial y} + K_2\frac{\partial\psi}{\partial y} + K_3\frac{\partial\chi}{\partial y} + \dots\right\}dy$$
$$+ \left\{\tfrac{1}{2}\frac{\partial\Sigma}{\partial z} + K_1\frac{\partial\varphi}{\partial z} + K_2\frac{\partial\psi}{\partial z} + K_3\frac{\partial\chi}{\partial z} + \dots\right\}dz + \dots\dots = 0. \tag{5a}$$

Ist r die Zahl der Unbekannten und s die Zahl der Bedingungsgleichungen, so sind s von den Coëfficienten gleich Null zu setzen, hiernach K_1, K_2, K_3 . . . zu bestimmen, diese in die $r - s$ übrigen Coëfficienten zu substituiren, welche jetzt von einander unabhängig sind, und daher für sich verschwinden müssen.

Man hat also alle r Coëfficienten gleich Null zu setzen, und erhält daraus r Gleichungen, welche im Vereine mit den s Bedingungsgleichungen (4) $(r+s)$ Gleichungen zur Bestimmung der $(r+s)$ Unbekannten $x, y, z \ldots K_1, K_2 \ldots$ dienen. Man hat daher:

$$\begin{aligned}
\tfrac{1}{2}\frac{\partial\Sigma}{\partial x} + K_1\frac{\partial\varphi}{\partial x} + K_2\frac{\partial\psi}{\partial x} + K_3\frac{\partial\chi}{\partial x} + \ldots &= 0\\
\tfrac{1}{2}\frac{\partial\Sigma}{\partial y} + K_1\frac{\partial\varphi}{\partial y} + K_2\frac{\partial\psi}{\partial y} + K_3\frac{\partial\chi}{\partial y} + \ldots &= 0\\
\tfrac{1}{2}\frac{\partial\Sigma}{\partial z} + K_1\frac{\partial\varphi}{\partial z} + K_2\frac{\partial\psi}{\partial z} + K_3\frac{\partial\chi}{\partial z} + \ldots &= 0.
\end{aligned} \tag{6}$$

Auch in dieser Form bedarf man der Zuziehung der Bedingungsgleichungen (4); um diese unter allen Umständen, auch wenn sie algebraisch von höherem Grade oder transcendent wären, leicht benutzen zu können, wird es am besten, auch sie durch die angenommenen Näherungen $x_0, y_0, z_0 \ldots$ linear zu machen. Sei also

$$\begin{aligned}
&\varphi(x_0, y_0, z_0 \ldots) = \varphi_0; && \left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)_0 = \varphi_1; && \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)_0 = \varphi_2; && \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)_0 = \varphi_3 \ldots\\
&\psi(x_0, y_0, z_0 \ldots) = \psi_0; && \left(\frac{\partial\psi}{\partial x}\right)_0 = \psi_1; && \left(\frac{\partial\psi}{\partial y}\right)_0 = \psi_2; && \left(\frac{\partial\psi}{\partial z}\right)_0 = \psi_3 \ldots\\
&\chi(x_0, y_0, z_0 \ldots) = \chi_0; && \left(\frac{\partial\chi}{\partial x}\right)_0 = \chi_1; && \left(\frac{\partial\chi}{\partial y}\right)_0 = \chi_2; && \left(\frac{\partial\chi}{\partial z}\right)_0 = \chi_3 \ldots
\end{aligned}$$

so erhält man für dieselben die geforderte lineare Form zwischen den Unbekannten $x, y, z \ldots$:

$$\begin{aligned}
\varphi(X, Y, Z \ldots) &= \varphi_0 + \varphi_1 x + \varphi_2 y + \varphi_3 z + \ldots = 0\\
\psi(X, Y, Z \ldots) &= \psi_0 + \psi_1 x + \psi_2 y + \psi_3 z + \ldots = 0\\
\chi(X, Y, Z \ldots) &= \chi_0 + \chi_1 x + \chi_2 y + \chi_3 z + \ldots = 0\\
&\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned} \tag{7}$$

Die in (6) auftretenden Differentialproduction $\frac{\partial\varphi}{\partial x}, \frac{\partial\varphi}{\partial y}, \frac{\partial\varphi}{\partial z} \ldots \frac{\partial\psi}{\partial x} \ldots$ (welche an Stelle der Differentialproduction $\frac{\partial\varphi}{\partial X}, \frac{\partial\varphi}{\partial Y} \ldots \frac{\partial\psi}{\partial X} \ldots$ mit Rücksicht auf die Einführung der Gleichungen (7) gewählt wurden), sind nun unmittelbar durch die Coëfficienten der Unbekannten in (7) ausdrückbar, und da auch nach 4 (5):

$$\tfrac{1}{2}\frac{\partial\Sigma}{\partial x} = [av]; \qquad \tfrac{1}{2}\frac{\partial\Sigma}{\partial y} = [bv] \ldots$$

ist, so erhält man

$$\begin{aligned}
[av] + K_1\varphi_1 + K_2\psi_1 + K_3\chi_1 + \ldots &= 0\\
[bv] + K_1\varphi_2 + K_2\psi_2 + K_3\chi_2 + \ldots &= 0\\
[cv] + K_1\varphi_3 + K_2\psi_3 + K_3\chi_3 + \ldots &= 0\\
\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned} \tag{6a}$$

Setzt man hier die v aus (2) ein, so folgt:

$$\begin{aligned}
[aa]x + [ab]y + [ac]z + \ldots &= [an] - K_1\varphi_1 - K_2\psi_1 - K_3\chi_1 - \ldots\\
[ab]x + [bb]y + [bc]z + \ldots &= [bn] - K_1\varphi_2 - K_2\psi_2 - K_3\chi_2 - \ldots\\
[ac]x + [bc]y + [cc]z + \ldots &= [cn] - K_1\varphi_3 - K_2\psi_3 - K_3\chi_3 - \ldots\\
\ldots\ldots\ldots\ldots
\end{aligned} \tag{8}$$

Die Lösung der Aufgabe liegt in den $r+s$ Gleichungen (8) und (7), welche die $r+s$ Unbekannten $x, y, z \ldots K_1, K_2 \ldots$ enthalten. Die Gleichungen

(7) enthalten nur die $x, y, z \ldots$; allein die Zahl der Unbekannten muss grösser sein, als die Zahl der Bedingungen, da ja die Unbekannten nicht aus diesen, sondern durch Beobachtungen zu bestimmen sind; es würden also, wie schon erwähnt, immer eine Reihe der Unbekannten $x, y, z \ldots$ als Functionen der übrigen auftreten und hierdurch eine allgemeine Lösung in dieser Form in nicht symmetrischer Weise erfolgen. Die Gleichungen (8) hingegen enthalten nebst allen $x, y, z \ldots$ noch die $K_1, K_2 \ldots$; dennoch lässt sich, wenn man von diesen ausgeht, eine symmetrische und leicht übersichtliche Form der Lösung geben, wobei man noch den Vortheil hat, die Operationen in zwei gesondert zu behandelnde Gruppen zu theilen. Stellt man aus (8) die r Unbekannten $x, y, z \ldots$ als Functionen der K dar, wobei die Lösung mittels derselben Determinanten wie früher erreicht wird, also mittels der Determinante D der $[aa]$, $[ab] \ldots$, $[bb] \ldots$ und den durch D dividirten Unterdeterminanten $\frac{D_{ix}}{D} = \gamma_{ix}$, so wird:

$$\begin{aligned}
x &= \gamma_{11}[an] + \gamma_{12}[bn] + \gamma_{13}[cn] + \ldots - K_1\Phi_1 - K_2\Psi_1 - K_3X_1 - \ldots \\
y &= \gamma_{12}[an] + \gamma_{22}[bn] + \gamma_{23}[cn] + \ldots - K_1\Phi_2 - K_2\Psi_2 - K_3X_2 - \ldots \\
z &= \gamma_{13}[an] + \gamma_{23}[bn] + \gamma_{33}[cn] + \ldots - K_1\Phi_3 - K_2\Psi_3 - K_3X_3 - \ldots \\
&\ldots\ldots
\end{aligned} \tag{9}$$

wobei[1]:

$$\begin{aligned}
&\gamma_{11}\varphi_1 + \gamma_{12}\varphi_2 + \gamma_{13}\varphi_3 + \ldots = \Phi_1 \qquad \gamma_{11}\psi_1 + \gamma_{12}\psi_2 + \gamma_{13}\psi_3 + \ldots = \Psi_1 \\
&\gamma_{12}\varphi_1 + \gamma_{22}\varphi_2 + \gamma_{23}\varphi_3 + \ldots = \Phi_2 \qquad \gamma_{12}\psi_1 + \gamma_{22}\psi_2 + \gamma_{23}\psi_3 + \ldots = \Psi_2 \\
&\gamma_{13}\varphi_1 + \gamma_{23}\varphi_2 + \gamma_{33}\varphi_3 + \ldots = \Phi_3 \qquad \gamma_{13}\psi_1 + \gamma_{23}\psi_2 + \gamma_{33}\psi_3 + \ldots = \Psi_3 \\
&\ldots\ldots \\
&\gamma_{11}\chi_1 + \gamma_{12}\chi_2 + \gamma_{13}\chi_3 + \ldots = X_1 \\
&\gamma_{12}\chi_1 + \gamma_{22}\chi_2 + \gamma_{23}\chi_3 + \ldots = X_2 \\
&\gamma_{13}\chi_1 + \gamma_{23}\chi_2 + \gamma_{33}\chi_3 + \ldots = X_3 \\
&\ldots\ldots
\end{aligned} \tag{10}$$

Setzt man die Gleichungen (9) in die Gleichungen (5) ein, so erhält man:

$$\begin{aligned}
&\varphi_0 - \Phi_1[an] + \Phi_2[bn] + \Phi_3[cn] + \ldots = K_1\{\Phi_1\varphi_1 + \Phi_2\varphi_2 + \Phi_3\varphi_3 + \ldots\} + \\
&+ K_2\{\Phi_1\psi_1 + \Phi_2\psi_2 + \Phi_3\psi_3 + \ldots\} + K_3\{\Phi_1\chi_1 + \Phi_2\chi_2 + \Phi_3\chi_3 + \ldots\} + \ldots \\
&\psi_0 - \Psi_1[an] + \Psi_2[bn] + \Psi_3[cn] + \ldots = K_1\{\Psi_1\varphi_1 + \Psi_2\varphi_2 + \Psi_3\varphi_3 + \ldots\} + \\
&+ K_2\{\Psi_1\psi_1 + \Psi_2\psi_2 + \Psi_3\psi_3 + \ldots\} + K_3\{\Psi_1\chi_1 + \Psi_2\chi_2 + \Psi_3\chi_3 + \ldots\} + \ldots \\
&\chi_0 - X_1[an] + X_2[bn] + X_3[cn] + \ldots = K_1\{X_1\varphi_1 + X_2\varphi_2 + X_3\varphi_3 + \ldots\} + \\
&+ K_2\{X_1\psi_1 + X_2\psi_2 + X_3\psi_3 + \ldots\} + K_3\{X_1\chi_1 + X_2\chi_2 + X_3\chi_3 + \ldots\} + \ldots
\end{aligned} \tag{11}$$

---

[1] Diese Ausdrücke sind die ersten Polaren der quadratischen Formen

$$\begin{aligned}
\Phi &= (\Delta_1\varphi_1 + \Delta_2\varphi_2 + \Delta_3\varphi_3 + \ldots)^2 = \Delta\varphi^2 \\
\Psi &= (\Delta_1\psi_1 + \Delta_2\psi_2 + \Delta_3\psi_3 + \ldots)^2 = \Delta\psi^2 \\
X &= (\Delta_1\chi_1 + \Delta_2\chi_2 + \Delta_3\chi_3 + \ldots)^2 = \Delta\chi^2, \\
&\ldots\ldots
\end{aligned}$$

daher werden die Coefficienten von K in den Gleichungen (11) in derselben symbolischen Schreibweise:

$$\begin{matrix}
\Delta\varphi^2 & \Delta\varphi\Delta\psi & \Delta\varphi\Delta\chi \ldots\ldots \\
\Delta\varphi\Delta\psi & \Delta\psi^2 & \Delta\psi\Delta\chi \ldots\ldots \\
\Delta\varphi\Delta\chi & \Delta\psi\Delta\chi & \Delta\chi^2 \ldots\ldots
\end{matrix}$$

Doch hat diese Darstellungsweise für die praktische Berechnung keine weiteren Vortheile.

Dieses sind s Gleichungen mit den s Unbekannten K[1]). Sind diese ermittelt, so giebt ihre Substitution in die Gleichung (9) sofort die Werthe der Unbekannten x, y, z . . .

Beispiel: Es sollen die Unbekannten aus direkten Beobachtungen gefunden werden, wenn zwischen den letzteren Bedingungsgleichungen bestehen, ein Fall, der bei den geodätischen Vermessungen (direkte Messung von Winkeln, welche Dreiecken oder Vielecken angehören, oder die einen Horizontabschluss bilden) vorkommt. Die Gleichungen (1) werden dann:

$$X = V_1, \quad Y = V_2, \quad Z = V_3 \ldots$$

Die beobachteten Werthe V_1, V_2, V_3 . . . können direkt als die genäherten Werthe angesehen werden; die m_i, d. i. die Werthe der Functionen für die angenommenen Näherungen, werden daher ebenfalls identisch mit den V_i; folglich wird

$$n_1 = n_2 = n_3 \ldots\ldots = 0$$

und die in den Gleichungen (1a) auftretenden x, y, z . . . sind die an die Näherungen V_1, V_2, V_3 . . . anzubringenden Correctionen. Da die Gleichungen (1a) bereits auf die Gewichtseinheit reducirt gedacht waren, so müssen sie mit den bezüglichen Gewichten der V angeschrieben werden, und sind daher:

$$\sqrt{p_1}\, x = 0, \qquad \sqrt{p_2}\, y = 0, \qquad \sqrt{p_3}\, z = 0 \ldots$$

wobei p_1, p_2, p_3 . . . bezw. die Gewichte von V_1, V_2, V_3 . . . sind. Wären keine Bedingungsgleichungen gegeben, so wären auch $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$ die wahrscheinlichsten Werthe der Correctionen; wenn aber die angenommenen Näherungen V_1, V_2, V_3 . . . die Bedingungsgleichungen (4) nicht erfüllen, so werden $\varphi_0, \psi_0, \chi_0$ . . . nicht gleich Null sein und die wahrscheinlichsten Werthe der x, y, z . . . sind nicht mehr Null, sondern die Bedingungsgleichungen (4) müssen unter allen Umständen strenge erfüllt werden. Man hat daher:

---

[1]) Die Determinante ist, wie man sieht, das Produkt der beiden Matricen:

$$\vartheta = \left|\begin{matrix} \Phi_1\,\Phi_2\,\Phi_3 \ldots\ldots \\ \Psi_1\,\Psi_2\,\Psi_3 \ldots\ldots \\ X_1\,X_2\,X_3 \ldots\ldots \\ \ldots\ldots \end{matrix}\right| \quad \left|\begin{matrix} \varphi_1\,\varphi_2\,\varphi_3 \ldots\ldots \\ \psi_1\,\psi_2\,\psi_3 \ldots\ldots \\ \chi_1\,\chi_2\,\chi_3 \ldots\ldots \\ \ldots\ldots \end{matrix}\right|$$

welche je r Columnen und s Zeilen haben, und daher als $\binom{r}{s}$ Produkte von je zwei Determinanten $s$ter Ordnung ausdrückbar sind, von denen die eine der ersten, die zweite der zweiten Matrix entnommen ist, und zwar denselben Columnen. Die Benutzung dieser Darstellung hat vielleicht manche Vortheile, da, abgesehen von den Gliedern $\varphi_0, \psi_0, \chi_0$ . . . bei den Zählern der Unbekannten dieselbe Zerlegung möglich ist, und bei jeder Unbekannten an Stelle einer der Zeilen der zweiten Matrix die Summen $[an]$, $[bn]$, $[cn]$ . . . treten. Es wird z. B.

$$K_2 = \frac{\vartheta_2}{\vartheta},$$

wobei ϑ_2 durch das Produkt der beiden Matricen darstellbar ist:

$$\vartheta_2 = \left|\begin{matrix} \Phi_1\,\Phi_2\,\Phi_3 \ldots\ldots \\ \Psi_1\,\Psi_2\,\Psi_3 \ldots\ldots \\ X_1\,X_2\,X_3 \ldots\ldots \\ \ldots\ldots \end{matrix}\right| \quad \left|\begin{matrix} \varphi_1\,\varphi_2\,\varphi_3 \ldots\ldots \\ [an]\,[bn]\,[cn] \ldots \\ \chi_1\,\chi_2\,\chi_3 \ldots\ldots \\ \ldots\ldots \end{matrix}\right|$$

wo also die sämmtlichen $\binom{r}{s}$ Determinanten der ersten Matrix dieselben bleiben. $\varphi_0, \psi_0, \chi_0$ . . . kann man aber jeder Zeit gleich Null machen, wenn man für x_0, y_0, z_0 . . eines der unendlich vielen Lösungssysteme treten lässt, welche die Gleichungen (4) erfüllen.

$$a_1 = \sqrt{p_1};\quad b_1 = 0;\quad c_1 = 0; \ldots \qquad [aa] = p_1;\quad [ab] = 0;\quad [ac] = 0 \ldots$$
$$a_2 = 0;\quad b_2 = \sqrt{p_2};\quad c_2 = 0; \ldots \qquad [ab] = 0;\quad [bb] = p_2;\quad [bc] = 0 \ldots$$
$$a_3 = 0;\quad b_3 = 0;\quad c_3 = \sqrt{p_3} \ldots \qquad [ac] = 0;\quad [bc] = 0;\quad [cc] = p_3 \ldots$$
$$\ldots\ldots \qquad \ldots\ldots$$

Die Determinante der $[aa]$, $[ab]$ ... ist gleich $p_1 p_2 p_3$ ... daher die durch diese Determinante dividirten Unterdeterminanten:

$$\nabla_{11} = \frac{1}{p_1};\quad \nabla_{12} = 0;\quad \nabla_{13} = 0 \ldots$$
$$\nabla_{12} = 0;\quad \nabla_{22} = \frac{1}{p_2};\quad \nabla_{23} = 0 \ldots$$
$$\nabla_{13} = 0;\quad \nabla_{23} = 0;\quad \nabla_{33} = \frac{1}{p_3} \ldots$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Damit werden die durch (10) definirten Hilfscoëfficienten;

$$\Phi_1 = \frac{\varphi_1}{p_1};\quad \Psi_1 = \frac{\psi_1}{p_1};\quad X_1 = \frac{\chi_1}{p_1} \ldots$$
$$\Phi_2 = \frac{\varphi_2}{p_2};\quad \Psi_2 = \frac{\psi_2}{p_2};\quad X_2 = \frac{\chi_2}{p_2} \ldots$$
$$\Phi_3 = \frac{\varphi_3}{p_3};\quad \Psi_3 = \frac{\psi_3}{p_3};\quad X_3 = \frac{\chi_3}{p_3} \ldots$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

und die Gleichungen (11) für die Bestimmung der K werden, da wegen $n_i = 0$ auch $[an] = [bn] = \ldots = 0$ ist:

$$\begin{aligned} K_1\left[\frac{\varphi\varphi}{p}\right] + K_2\left[\frac{\varphi\psi}{p}\right] + K_3\left[\frac{\varphi\chi}{p}\right] + \ldots &= \varphi_0 \\ K_1\left[\frac{\varphi\psi}{p}\right] + K_2\left[\frac{\psi\psi}{p}\right] + K_3\left[\frac{\psi\chi}{p}\right] + \ldots &= \psi_0 \\ K_1\left[\frac{\varphi\chi}{p}\right] + K_2\left[\frac{\psi\chi}{p}\right] + K_3\left[\frac{\chi\chi}{p}\right] + \ldots &= \chi_0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned} \tag{12}$$

wobei z. B.

$$\left[\frac{\varphi\psi}{p}\right] = \frac{\varphi_1\psi_1}{p_1} + \frac{\varphi_2\psi_2}{p_2} + \frac{\varphi_3\psi_3}{p_3} + \ldots$$

ist. Die Gleichungen (12) sind die GAUSS'schen Gleichungen für die Bestimmung der K, welche von GAUSS den Namen der CORRELATEN erhalten haben. Sind die K bestimmt, so folgen die Unbekannten x, y, z ... aus den Gleichungen (9), welche hier

$$\begin{aligned} p_1 x &= -K_1\varphi_1 - K_2\psi_1 - K_3\chi_1 \ldots \\ p_2 y &= -K_1\varphi_2 - K_2\psi_2 - K_3\chi_2 \ldots \\ p_3 z &= -K_1\varphi_3 - K_2\psi_3 - K_3\chi_3 \ldots \\ \ldots\ldots \end{aligned} \tag{13}$$

lauten, und dann ist

$$X = V_1 + x;\quad Y = V_2 + y;\quad Z = V_3 + z \ldots \tag{14}$$

N. HERZ.

Mikrometer und Mikrometermessungen. Mit dem Namen Mikrometer werden in der allgemeinsten Bedeutung des Wortes Vorrichtungen bezeichnet, mittelst deren kleine Grössen gemessen werden können; in dem besonderen Sinne, in welchem hier davon die Rede sein wird, werden darunter Apparate verstanden, welche in Verbindung mit dem Fernrohr zur Messung von kleinen Bögen oder Coordinatendifferenzen benachbarter Punkte an der Himmelskugel dienen. Ihre Anwendung, wie überhaupt die Benutzung des Fernrohrs zu Messungszwecken beruht auf dem Satze der Dioptrik, dass jeder einfallenden Geraden, welche durch den ersten Knotenpunkt des Objectives geht, eine ihr parallel durch den zweiten Knotenpunkt gehende Austrittsgerade entspricht. Die Lage, in welcher zwei Objecte am Himmel vom ersten Knotenpunkt aus erscheinen, ist daher identisch mit der Lage der correspondirenden Bildpunkte, gesehen vom zweiten Knotenpunkte aus, und die Messung dieses Bildes in möglichst sicherer Weise herbeizuführen, ist der Zweck der mikrometrischen Vorrichtung.

Das Gebiet, auf welchem die Mikrometer in der astronomischen Praxis Anwendung finden, ist sehr ausgedehnt. Denn es umfasst einerseits die mikrometrischen Messungen im engeren Sinne, bei denen es ausschliesslich auf die relative Lage zweier oder mehrerer scheinbar nahe gelegenen Objecte ankommt, also die Bestimmung der Lage der Satelliten zu ihren Hauptkörpern, die Ermittelung der Grösse und Figur der Körper unseres Sonnensystems, ihre Topographie, die Doppelsternbeobachtungen, die Parallaxenbestimmungen, die Ausmessung von Sternhaufen, die Festlegung der Oerter der Nebelflecke in Bezug auf Sterne in ihrer Umgebung; andererseits können zahlreiche absolute Ortsbestimmungen nicht anders als durch Zuhülfenahme mikrometrischer Messungen ausgeführt werden. Das letztere gilt für alle Fälle, wo die Lichtschwäche oder das Aussehen der Objecte, die Zeit des Meridiandurchganges und andere Umstände eine directe Bestimmung ihres Ortes an Meridiankreisen nicht gestatten, und da den Instrumenten dieser Gattung aus gewissen Gründen stets nur mässige Dimensionen gegeben werden können, so werden die Positionen der überwiegenden Anzahl der meist lichtschwachen Kometen und der Asteroiden auf indirectem Wege bestimmt werden müssen. Der Unterschied der Coordinaten solcher Objecte gegen einen genügend hellen benachbarten Stern wird, meist an parallaktisch aufgestellten Refractoren, mikrometrisch gemessen, der absolute Ort dieses Ausgangssterns aber an einem Meridianinstrument ermittelt.

Bei dieser Mannigfaltigkeit der Anwendungen ist es begreiflich, dass nicht jedes Mikrometer für jeden Zweck gleich geeignet sein kann; während das Ringmikrometer in den Händen des geschickten Beobachters recht brauchbare Positionsbestimmungen eines kleinen Planeten oder eines Kometen zu liefern vermag, würde es ein vergebliches Bemühen sein, die gegenseitige Lage der Componenten eines Doppelsterns mit der erforderlichen Genauigkeit damit messen zu wollen, und wenn andererseits das Fadenmikrometer hier vorzügliche Dienste leistet, steht dieses Mikrometer wiederum bei der Bestimmung des Durchmessers einer Planetenscheibe weit hinter dem Doppelbildmikrometer zurück. Es mag an dieser Stelle sogleich bemerkt werden, dass seit den unerwartet grossen Fortschritten, welche die Photographie in ihrer Anwendung auf Himmelsaufnahmen gemacht hat, bei gewissen der vorhergenannten Aufgaben, ganz vornehmlich bei Sternhaufen, an Stelle der directen Ocularbeobachtung mit Vortheil und in vielen

Fällen allein mit Aussicht auf Erfolg die photographische Abbildung tritt und die mikrometrische Messung statt in der Bildebene des Fernrohrs auf der photographischen Platte ausgeführt wird. Die für diesen Zweck erforderlichen Apparate bleiben hier von der Besprechung ausgeschlossen.

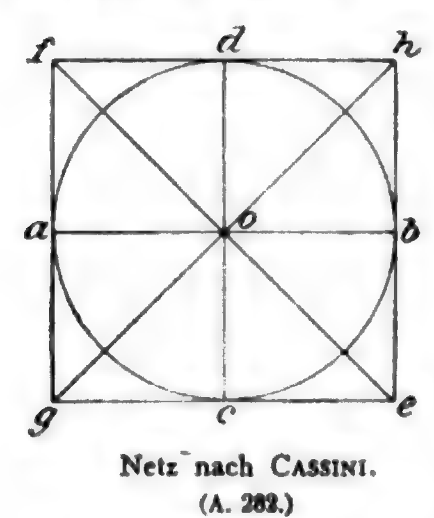
Man kann die grosse Anzahl von Mikrometern, welche seit der Mitte des 17. Jahrhunderts ersonnen und, manche freilich nur versuchsweise oder ganz vorübergehend, in Anwendung gekommen sind, in zwei Hauptklassen einreihen; die erste umfasst die Mikrometer, bei denen die Beobachtung an dem einfachen, durch das Objectiv entworfenen Bild ausgeführt wird, die zweite diejenigen, welche auf der Verdoppelung oder Vervielfachung des Bildes beruhen. In der ersten Klasse unterscheiden wir zwei Gruppen, einerseits die Mikrometer, welche während der Messung dieselbe Lage in ihren Theilen und in Bezug auf das Fernrohr beibehalten — Netz-, Lamellen- und Kreismikrometer —, und andererseits die Mikrometer, bei welchen beide Coordinaten oder eine derselben durch Lagenänderung einzelner Theile gewonnen werden — Schraubenmikrometer. Die mikrometrischen Vorrichtungen der zweiten Klasse unterscheiden sich von einander darin, wie die Verdoppelung oder Vervielfachung des Bildes, ob durch das Objectiv, durch das Ocular, durch Prismen und doppelbrechende Krystalle, oder endlich durch Beugung des Lichtes an Spalten herbeigeführt wird.

I. Netz-Lamellen- und Kreismikrometer.

Sobald man erkannt hatte, dass zugleich mit dem in der Focalebene des Objectivs eines Fernrohrs entworfenen Bilde eines äusseren Gegenstandes (Sterns) eine ebendaselbst befindliche Marke deutlich gesehen wird, lag es nahe, diese Eigenschaft des Fernrohrs für die Bestimmung der linearen Grösse des Bildes und des Winkels, unter dem Bild und Gegenstand am Mittelpunkt des Objectivs erscheinen, zu verwerthen. Die einfachste hierauf beruhende Vorrichtung war das feste Fadennetz, welches der Marquis von Malvasia, der Beschützer und Mitbeobachter des ersten Cassini in seinen »Ephemerides novissimae motuum coelestium« (1662) beschreibt, dessen Erfindung jedoch nach Venturi dem bei der Herstellung der Ephemeriden betheiligten Montanari angehören soll. Dieses Mikrometer war nichts anderes als ein System von mehreren feinen und senkrecht einander durchkreuzenden Silberfäden; nachdem der Abstand der einzelnen Fäden von einander aus der Zeit ermittelt war, welche ein Aequatorstern gebrauchte, um die senkrecht zur Richtung der täglichen Bewegung gestellten Fäden zu durchlaufen, konnte die angulare Grösse eines in unendlicher Entfernung befindlichen Objectes durch Schätzung der von ihm im Netze eingenommenen Fläche bestimmt werden. Unabhängig von Malvasia empfahl Zahn in seinem »Oculus artificialis teledioptricus« (1685) für denselben Zweck Gitter mittelst Diamant auf Glas einzuritzen, und Tobias Mayer benutzte bei seinen Mondaufnahmen ähnliche Netze, die er mit Tusche auf Glas hergestellt hatte. Eines ausgezeichneten Rufes erfreuten sich die Glasgitter von Brander, auf welche Lambert in seinen »Anmerkungen über die Brander'schen Mikrometer von Glas«, Augsburg 1796, aufmerksam machte.

Unter den Netzmikrometern, welche zur Bestimmung des relativen Ortes zweier Sterne verwandt wurden und zum Theil auch jetzt noch in Gebrauch sind, mag an erster Stelle das nach D. Cassini benannte Netz Erwähnung finden. Dasselbe besteht aus vier sich unter einem Winkel von je 45° schneidenden Fäden (Fig. 282), welche auf einem Rahmen in der Focalebene des Fernrohrs aufgespannt sind und deren einer (*ab*) in die Richtung der täglichen Bewegung

gestellt wird. Beobachtet man an einem solchen Netze die in Sternzeit ausgedrückten Momente, wann durch die tägliche scheinbare Bewegung des Himmelsgewölbes ein Stern durch die Fäden *ef* und *gh* geführt wird, so entspricht ihr Mittel der Sternzeit des Durchganges durch den Stundenkreis *cd* und ihre halbe Differenz, multiplicirt mit $15 \cos \delta$ (δ = Declination des Sterns) dem Declinationsunterschied gegen den Mittelpunkt *o*. Die Beobachtung des zweiten Sterns bei unverändertem Stand des Fernrohrs giebt analoge Grössen, aus deren Verbindung mit den ersteren der Unterschied der Coordinaten beider Sterne in gerader Aufsteigung und in Declination hervorgeht. Da es sich bei den Anwendungen stets um den Anschluss eines unbekannten Sterns an einen seiner Lage nach bekannten handeln wird, so kann man die für die Reduction erforderliche genäherte Kenntniss der Declination des ersteren leicht durch Schätzung, oder auch durch eine erste Annäherung, bei welcher man von der Declination des bekannten Sterns ausgeht, erlangen.



Netz nach Cassini.
(A. 282.)

Um den Einfluss eines Fehlers in der Einstellung des Fadens *ab* in die Richtung des Parallels bestimmen und in Rechnung ziehen zu können, werden die Antrittsmomente beider Objecte auch an dem Faden *cd* beobachtet. Seien (Fig. 283) der Winkel, den der Faden *cd* mit dem durch *O* gehenden Stundenkreis macht, *i*, die in Sternzeit ausgedrückten Momente des Antritts des Sterns an die Fäden bei s, s' und s'' bezw. ϑ, ϑ' und ϑ'', die Sternzeit des Durchgangs durch den Stundenkreis $pp'\Theta$, der Abstand $O\sigma = d$, so erhält man

$$s\sigma = d \operatorname{tang}(45 + i),$$
$$s'\sigma = d \operatorname{tang} i, \quad s''\sigma = d \operatorname{tang}(45 - i)$$

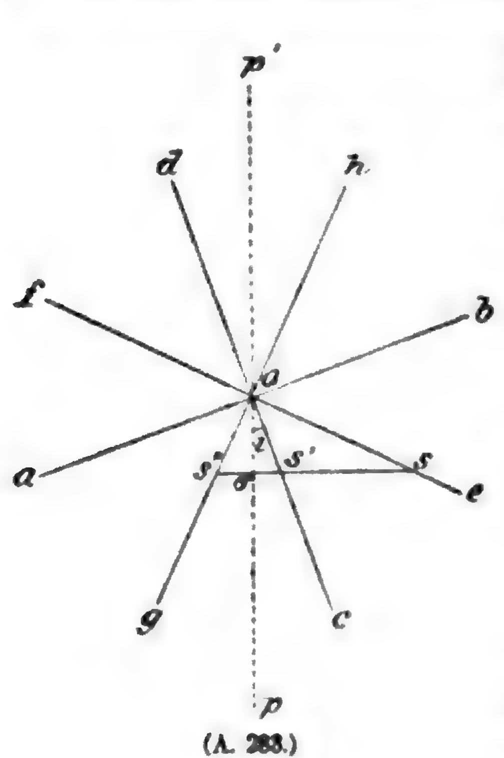
und hieraus, wenn man $\vartheta' - \vartheta = a$, $\vartheta'' - \vartheta' = a'$, setzt

$$\operatorname{tang} i = \frac{a - a'}{a + a'}$$

und bis auf die zweite Potenz von i

$$d = 15 \cos \delta \frac{(a + a')}{2}$$

$$\Theta = \frac{\vartheta + \vartheta' + \vartheta''}{3} + \tfrac{1}{6}(a - a').$$



(A. 283.)

Hat man mehrere Beobachtungen, die bei derselben Justirung bezw. demselben Winkel i angestellt sind, so kann man $\operatorname{tang} i$ aus allen Beobachtungen gemäss dem Ausdruck

$$\operatorname{tang} i = \frac{\Sigma a - \Sigma a'}{\Sigma a + \Sigma a'}$$

berechnen, und erhält dann aus jeder einzelnen Beobachtung

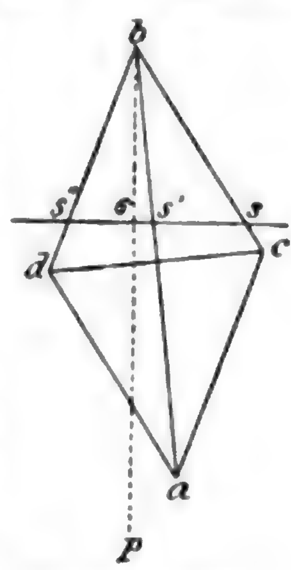
$$\Theta = \frac{\vartheta + \vartheta' + \vartheta''}{3} + \tfrac{1}{6}(a + a')\frac{\Sigma a - \Sigma a'}{\Sigma a + \Sigma a'}.$$

Haben Θ' und d' dieselbe Bedeutung für den zweiten Stern mit den Coordinaten α' und δ', wie Θ und d für den ersten Stern (α, δ), so ist

$$\alpha' - \alpha = \Theta' - \Theta$$
$$\delta' - \delta = d' - d$$

wo die Grössen d positiv oder negativ zu nehmen sind, je nachdem der Stern nördlich oder südlich von der Mitte durch das Netz geht. Es ist hierbei vorausgesetzt worden, dass die Wege, welche die Sterne beschreiben, als geradlinig oder als Bögen grössten Kreises angesehen werden dürfen, oder dass die Sterne in oder nahe dem Aequator stehen; ist dies nicht der Fall, so bedarf die zweite Gleichung eines Zusatzgliedes für die von der Declination abhängige Krümmung des Parallels. Ferner muss auch die Einwirkung der Strahlenbrechung in unserer Atmosphäre und, falls das eine Object ein Wandelstern ist, der Einfluss seiner eigenen Bewegung berücksichtigt werden. Alle diese Correctionen können nach den Vorschriften berechnet werden, welche nachher für die noch jetzt gebräuchlichen Mikrometer, unter denen in etwas veränderter Form auch das Mikrometer unter 45° vorkommt, entwickelt werden.

Eine zweite Form des Netzes ist die nach BRADLEY benannte Rautenform (Fig. 284), bei welcher die Diagonalen in dem Verhältniss von 1:2 stehen und die kürzere in die Richtung der täglichen Bewegung gestellt wird. Bei genauer Justirung ergiebt wiederum das Mittel der Zeiten, zu denen der Stern zwei aneinander stossende Seiten passirt, den Moment des Durchgangs durch den durch die längere Diagonale dargestellten Stundenkreis, und die in Bogenmaass verwandelte Differenz derselben entspricht dem Declinationsunterschied gegen die nördliche oder südliche Spitze. Wenn die beiden Objecte auf verschiedenen Seiten der kleineren Diagonale durch das Netz gehen, so wird die genaue Kenntniss der Länge der letzteren erfordert; man erlangt sie am sichersten durch Beobachtung eines Sternpaares von bekannter Declinationsdifferenz. Zur Justirung des Netzes ist in der Richtung der kleinen Diagonale ein Faden gespannt, während zur Controlle und zur Berücksichtigung eines Fehlers in der Justirung auch hier die Beobachtung der Antrittszeiten an dem darauf senkrechten diagonalen Faden dient. Ist b die südliche Spitze, bP der durch b gezogene Stundenkreis, $ss = d$, $sbs' = i$ und behält man im Uebrigen die früheren Bezeichnungen bei, so folgt:[1])



BRADLEY's Raute.
(A. 284.)

$$tang\, i = 2\,\frac{a - a'}{a + a'}$$

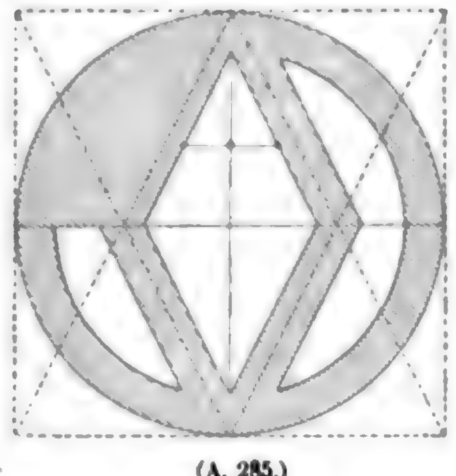
und bis auf die zweite Potenz von i

$$d = 15\, cos\, \delta\, (a + a')$$

$$\Theta = \frac{\vartheta + \vartheta' + \vartheta''}{3} + \tfrac{1}{4}(a - a')$$

oder wenn $tang\, i$ aus allen vorhandenen Beobachtungen bestimmt wird

$$\Theta = \frac{\vartheta + \vartheta' + \vartheta''}{3} + \tfrac{1}{4}(a + a')\,\frac{\Sigma a - \Sigma a'}{\Sigma a + \Sigma a'}.$$

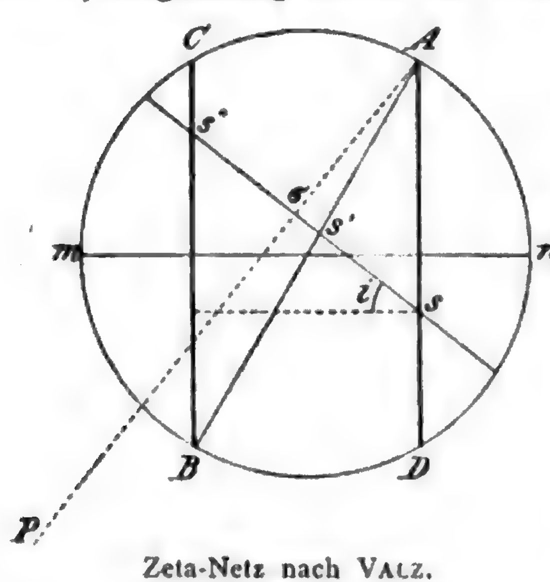

(A. 285.)

Um ein derartiges Mikrometer auch für Beobachtungen schwacher Objecte, die eine künstliche Beleuchtung des Gesichtsfeldes nicht ertragen, herzurichten, wurde das Netz auf eine Kupfertafel verzeichnet (Fig. 285) und die Tafel so ausgeschnitten, dass nur der Ring, der Rhombus und ein Segment stehen blieb. Man beobachtete

[1]) Vergl. R. ENGELMANN, Recensionen von F. W. BESSEL (Anhang).

dann das Erscheinen und Verschwinden des Sterns an den Seiten des Rhombus und konnte mittelst des vollen Segments, welches ihn dauernd verdeckt hielt, entscheiden, ob er über oder unter der Mitte durchgegangen war.

Auch andere Rautenformen und geradlinige Figuren wurden in Vorschlag gebracht und zum Theil angewandt. FLAUGERGUES empfahl eine Raute, die aus zwei aneinander gelegten gleichseitigen Dreiecken gebildet wird, weil sie sich leichter als jede andere Form herstellen lasse; MONTEIRO DA ROCCA schlug eine Raute vor, deren spitze im Stundenkreis liegende Winkel 45° betrugen und deren Seiten bis zum Rande des Diaphragmas verlängert waren, um durch Beobachtung der Objecte an den vier Seiten den Justirungsfehler bestimmen zu können; BURKHARDT erklärte das Quadrat, dessen eine Diagonale in den Parallel gestellt war, für die geeignetste Form. Wir werden auf letzteres, welches in neuerer Zeit, allerdings in etwas erweiterter Form, vielfach benutzt wird, an anderer Stelle näher eingehen. Hier sei weiter der Construction erwähnt, welche VALZ[1]) vorgeschlagen und der er den Namen »Réticule à sommets alternes ou en Zeta« gegeben hat. Sie zeichnet sich durch eine grosse Einfachheit aus; von den Endpunkten des Durchmessers AB eines Kreises (Fig. 286) werden auf der Peripherie die Punkte C und D abgetragen, so dass die Sehnen AC und BD gleich dem Halbmesser sind und die Punkte C und B, B und A, A und D durch (Metall-)Drähte mit einander verbunden; ein Transversalfaden mn senkrecht auf AD und BC dient zur genäherten Einstellung in die Richtung der täglichen Bewegung. Das Mikrometer hat hiernach vor manchem anderen, z. B. dem CASSINIschen, den Vorzug, dass die Fäden oder Drähte, an denen die Vorübergänge beobachtet werden, einander nicht kreuzen und in dieselbe Ebene gebracht werden können; man kann sie daher auch stark genug wählen, um sie, ohne künstliche Beleuchtung und bei derselben Ocularstellung, alle gleich scharf zu sehen. Auch die Reduction lässt an Einfachheit kaum etwas zu wünschen übrig; ist der Abstand der beiden Parallelfäden mittelst Sterndurchgängen ein für alle mal bestimmt, so giebt die Beobachtung der Antrittszeiten eines Objects an den drei Fäden bei s, s' und s'' den Fehler der Orientirung, die verbesserte Zeit des Durchganges durch den Stundenkreis PA und den Declinationsunterschied gegen den Punkt A. Bezeichnen r den gegenseitigen Abstand der parallelen Fäden, i den Winkel, den die Richtung der täglichen Bewegung mit dem Querfaden einschliesst, positiv, wenn der Stern nach Süden abweicht, und behält man im Uebrigen die früheren Bezeichnungen bei, so findet man leicht:



Zeta-Netz nach VALZ.
(A. 286.)

$$\cos i = \frac{r}{(\vartheta'' - \vartheta)\, 15 \cos\delta} \quad \text{oder} \quad \tan \tfrac{1}{2} i = \sqrt{\frac{(\vartheta'' - \vartheta)\, 15 \cos\delta - r}{(\vartheta'' - \vartheta)\, 15 \cos\delta + r}}$$

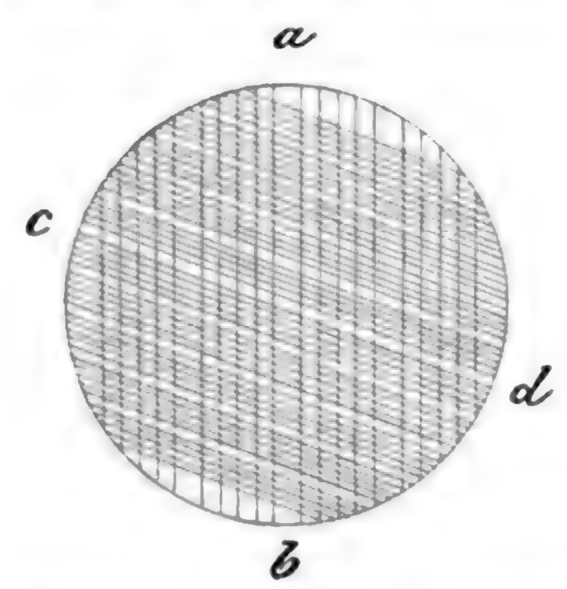
$$\theta = \frac{\vartheta + \vartheta'}{2} - (\vartheta' - \vartheta) \cos(2i + 60°)$$

$$d = 2(\vartheta' - \vartheta)\, 15 \cos\delta \cos i \sin(i + 60);$$

dieselben Relationen gelten für den zweiten Stern.

[1]) DE ZACH, Correspondance astronomique, géographique, hydrographique et statistique, Vol III, Lettre XVI.

Zur Bestimmung der gegenseitigen Lage zweier sehr naher Sterne, z. B. der Componenten eines Doppelsterns, hat FRAUNHOFER unter dem Namen Lampen-Netz-Mikrometer[1]) ein Mikrometer angegeben und auch ausgeführt, welches zwar durch das von ihm zu hoher Vollkommenheit gebrachte und demselben Zweck dienende Positionsmikrometer sogleich verdrängt wurde, immerhin aber ein historisches Interesse beanspruchen darf. Es besteht aus einem Planglase (Fig. 287), auf welchem zwei Systeme von geraden parallelen Linien eingeätzt sind, deren Entfernungen von einander genau bestimmt sind und bei welchen die einen durch die anderen unter einem genau bekannten, nur wenig spitzen Winkel geschnitten werden. Bei dem von FRAUNHOFER für die Sternwarte in Dorpat gelieferten Apparat beträgt dieser Winkel 76°. Zur leichteren Unterscheidung sind die Striche jedes Systems in Gruppen eingetheilt, innerhalb deren sie gleich weit von einander abstehen. Das Netz wird bei Nacht in derselben Weise, wie die Fäden der später zu besprechenden Positionsmikrometer, sichtbar gemacht; man sieht die Striche entweder als feine helle Linien auf dunklem Grund, oder sie erscheinen schwarz in hellem Feld. Für die Beobachtung wird das Mikrometer in der Focalebene des Objectivs so gerichtet, dass die *ab*-Linien sich sehr nahe im Stundenkreis befinden, die Linien des anderen Systems folglich einen sehr spitzen Winkel (14°) mit der Richtung der täglichen Bewegung bilden. Indem man die Antritte der beiden zu vergleichenden Sterne an einer Anzahl von Strichen sowohl des einen, als des anderen Systems beobachtet, hat man — wie aus späteren Erörterungen hervorgehen wird —, für die Bestimmung beider Coordinaten nahe die günstigsten Bedingungen. Was die Berechnung der Beobachtungen angeht, so ermittelt man zunächst aus dem Verhältniss der Zeiten τ und τ', welche bei demselben Stern zwischen den Durchgängen durch zwei benachbarte Stundenlinien und durch zwei ebensolche Linien des zweiten Systems verfliessen, mit Hilfe der als bekannt vorausgesetzten Abstände f und g und des Winkels γ zwischen den beiden Strichsystemen die wahre Neigung der *ab*-Linien gegen den Stundenkreis gemäss dem Ausdruck



Lampen-Netz-Mikrometer nach FRAUNHOFER. (A. 287.)

$$tang\; i = cotang\, \gamma - \frac{\tau}{\tau'}\frac{g}{f}\frac{1}{sin\, \gamma}.$$

Hierauf werden die Durchgänge, die im Allgemeinen für die beiden Objecte nicht an denselben Linien beobachtet zu sein brauchen und bei engeren Sternpaaren auch nicht beobachtet werden können, auf ein und dasselbe Strichpaar reducirt, und daraus nach den Ausdrücken, die für das einfache Lamellenmikrometer nachher gegeben werden, die Unterschiede in Rectascension und Declination abgeleitet. Um ebensoviele Antritte an den Stundenlinien, als an den dazu geneigten Strichen beobachten zu können, sind die ersten weiter gezogen und zwar im Verhältniss von $1 : cos\, \gamma$.

[1]) J. VON FRAUNHOFER's gesammelte Schriften, herausgeg. von E. LOMMEL, München 1888.

Die bisher besprochenen Mikrometer und überhaupt alle Netze, welche aus geradlinigen Figuren bestehen, erfordern, wie es in der Natur der Sache liegt, eine Orientirung in Bezug auf die Richtung der täglichen Bewegung, indessen es genügt, wie früher gezeigt wurde, dieselbe annähernd herzustellen und den übrig gebliebenen Fehler aus den Beobachtungen selbst zu bestimmen und in Rechnung zu ziehen. Gleichwohl würde es beschwerlich sein, wenn die Orientirung bei jeder Wiederholung der Beobachtung von neuem ausgeführt werden müsste, und man wird daher derartige Netze zweckmässig nur da anwenden, wo die Orientirung, nach welchem Punkt des Himmels das Fernrohr auch gerichtet sein mag, wenigstens beiläufig erhalten bleibt, d. h. in Verbindung mit parallaktisch aufgestellten Instrumenten. Man hat, namentlich in früherer Zeit, auch Meridianinstrumente damit versehen, und eine der ausgiebigsten Anwendungen in dieser Richtung ist die Katalogisirung des südlichen Himmels, welche LACAILLE während seines Aufenthaltes am Cap der guten Hoffnung ausgeführt, und in seinem »Coelum australe stelliferum« niedergelegt hat. LACAILLE hatte zu diesem Zweck parallel zu dem Hauptfernrohr seines in den Meridian gestellten Quadranten ein kleines Fernrohr mit schwacher Vergrösserung, aber grossem Gesichtsfeld befestigt, in dessen Brennebene je nach Bedürfniss verschiedene Netze, der Mehrzahl nach Rhomben, eingeführt und justirt werden konnten; indem er nun bei einem während einer längeren Beobachtungsreihe unveränderten Stand des Fernrohrs die Durchgänge aller Sterne durch die Raute beobachtete, welche die tägliche Bewegung in das Gesichtsfeld führte, konnte er aus den unter der grossen Anzahl vorkommenden Sternen von bekannter Position als Anhaltspunkten die Oerter der übrigen unbekannten Sterne ermitteln.

Die Genauigkeit, welche diese Mikrometer in der relativen Ortsbestimmung gewähren, wird ausser durch die Fehler der Beobachtung selbst auch durch den höheren oder geringeren Grad von Vollkommenheit bedingt, welcher in der Herstellung der vorgeschriebenen Form des Netzes erreicht ist. Wenn auch bei dem gegenwärtigen Stand der Präcisionsmechanik die mechanischen Fehler solcher mehr oder weniger einfachen Netzconstructionen äusserst klein sein werden, so erklärte doch FRAUNHOFER es noch für unmöglich, einer Raute eine bestimmte Form in dem Grade genau zu geben, wie es zu guten Beobachtungen nöthig sei, und dies wird in bedeutend grösserem Maasse für die Mikrometer des vorigen Jahrhunderts gelten, die nicht selten von den Beobachtern selbst hergestellt werden mussten. Es kann nicht zweifelhaft sein, dass manche ältere Beobachtungsresultate merklich an Genauigkeit gewinnen würden, wenn sie von den Fehlern in der Form, wie in der Justirung des Netzes befreit werden könnten, und jedenfalls wird man bei der Beurtheilung der Sicherheit solcher Beobachtungen auf das Bestehen derartiger Fehler Rücksicht nehmen müssen. Als ein Beleg hierfür mag es genügen, auf die Untersuchungen von ARGELANDER[1] über die oben erwähnten Beobachtungen LACAILLE's und auf die eingehende Prüfung hinzuweisen, der FABRITIUS[2]) eines der von LACAILLE benutzten Netze, — das Reticulus medius, eine Raute von dem Diagonalenverhältniss 1:2 — unterzogen hat.

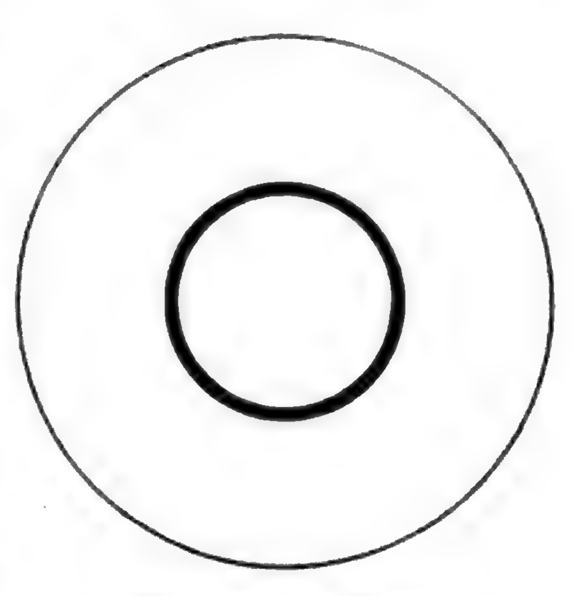
Kreis- und Ringmikrometer.

Von der obigen Beschränkung frei und an keine besondere Aufstellung des Fernrohrs gebunden, zeichnet sich das Kreismikrometer auch durch seine ein

[1]) Bonner Beobachtungen, Bd. VII.

[2]) F. W. FABRITIUS, Untersuchungen über LACAILLE's Reticulus medius. Helsingfors 1873.

fache Construction vor den anderen Formen aus. Nach dem von G. BIGOURDAN[1]) erbrachten Nachweis muss die Priorität der Idee, die Kreislinie für mikrometrische Zwecke zu benutzen, LACAILLE zugeschrieben werden, der im Jahre 1737 auf die Vortheile, welche sie gewährt, aufmerksam gemacht hat; auf der anderen Seite scheint es aber zweifellos, dass unabhängig von LACAILLE der Italiener BOSCOVICH auf dieselbe Idee gekommen ist. Wenigstens setzt BOSCOVICH in seiner im Jahre 1739 in Rom unter dem Titel: »De novo telescopii usu ad objecta coelestia determinanda« erschienenen Abhandlung den Gebrauch des Mikrometers auseinander und hebt insbesondere mit Rücksicht auf den in jenem Jahr erschienenen Kometen den Vorzug hervor, dass das neue Mikrometer keiner künstlichen Beleuchtung bedürfe. In seiner ursprünglichen Form war das Kreismikrometer nichts anderes, als der von dem letzten Diaphragma gebildete, das Gesichtsfeld des Fernrohrs begrenzende Kreis, und ein halbes Jahrhundert verging, bis nahe gleichzeitig KÖHLER und J. G. REPSOLD den leeren Kreis durch einen in der Bildebene aufgehängten und genau abgedrehten schmalen Ring von Messing ersetzten; es wurde dadurch zugleich der Vortheil erreicht, dass der Beobachter auf die Zeit des Appulses des Objectes an den Ring gehörig vorbereitet war. Der neue und bequeme Apparat fand bald eine weite Verbreitung, besonders nachdem OLBERS und BESSEL seine grosse Brauchbarkeit durch zahlreiche eigene Beobachtungen erwiesen und besondere Regeln für die zweckmässigste Benutzung auf theoretischem Wege abgeleitet hatten. Auch in der Herstellung wurden, namentlich von FRAUNHOFER, neue und erhebliche Verbesserungen eingeführt. FRAUNHOFER bohrte in ein dünnes Planglas eine runde Oeffnung und befestigte darin einen schmalen stählernen Ring, indem er mittelst des Polirstahls den vorstehenden Rand umlegte und hierauf den inneren Rand genau kreisrund abschliff. Uebrigens war auch der äussere Rand, obwohl nicht in derselben Weise bearbeitet, von vornherein so formvollendet, dass man auch ihn mitbenutzen und durch Beobachtung von je zwei Momenten, des Verschwindens und Wiedererscheinens, die Genauigkeit der Messung erhöhen konnte. An die Stelle des Kreismikrometers trat damit das Ringmikrometer (Fig. 288). Auch Doppelringe wurden in derselben Weise hergestellt, indem zwei mit je einem Ring versehene Glasplatten so auf einander gelegt wurden, dass die Ringe concentrisch sind und in derselben Ebene liegen. Vielfach werden, besonders in neuerer Zeit, die Ringe nicht in das Glas eingelassen, sondern nur aufgekittet. Da das Kreis- oder Ringmikrometer auch heute noch, für Ortsbestimmungen von kleinen Planeten und Kometen, und für Anschlüsse von Nebelflecken an benachbarte Sterne verwandt wird, muss auf die Theorie desselben näher eingegangen werden.



Einfaches Ringmikrometer.

(A. 288.)

[1]) Bulletin Astronomique. Août 1895.

Seien ϑ_1 und ϑ_2 die in Sternzeit ausgedrückten Momente des Erscheinens und Wiederverschwindens eines Objectes am ersten und zweiten Rande des Kreises, α und δ die Rectascension und Declination desselben, T und D der Stundenwinkel und die Declination des Punktes, in welchem der durch den Mittelpunkt des Kreises und den optischen Mittelpunkt des Objectivs bestimmte Strahl die Himmelskugel treffen würde, r der Radius des Kreises, $\vartheta = \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2}$, so bestehen die Gleichungen:

1. $\vartheta - \alpha - T = 0$
2. $\cos r = \sin\delta \sin D + \cos\delta \cos D \cos 15(T - \vartheta_1 + \alpha)$
3. $\cos r = \sin\delta \sin D + \cos\delta \cos D \cos 15(\vartheta_2 - \alpha - T)$

und für ein zweites Object, dessen Durchgang bei unverändertem Stand des Fernrohres beobachtet ist:

4. $\vartheta' - \alpha' - T = 0$
5. $\cos r = \sin\delta' \sin D + \cos\delta' \cos D \cos 15(T - \vartheta_1' + \alpha')$
6. $\cos r = \sin\delta' \sin D + \cos\delta' \cos D \cos 15(\vartheta_2' - \alpha' - T)$.

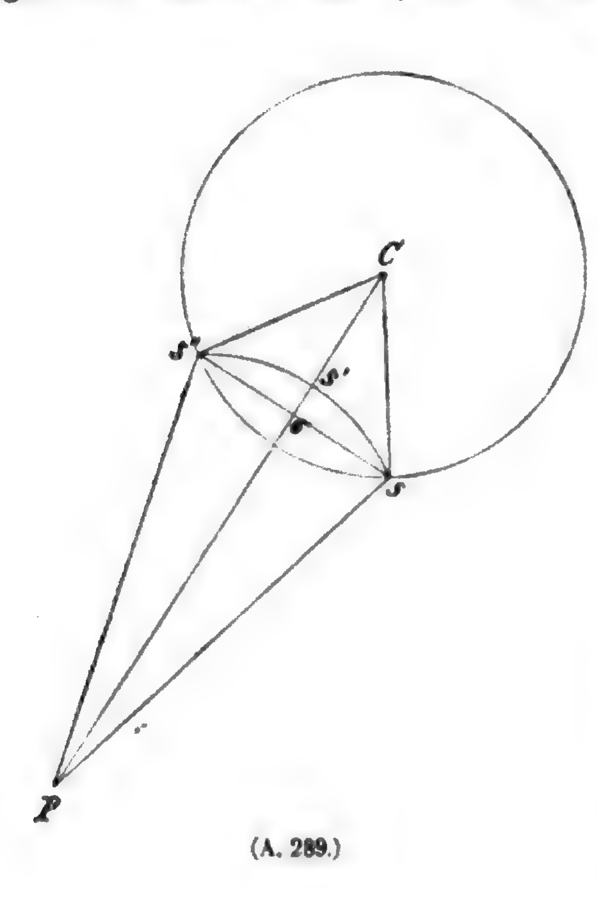
Von den beiden Objecten sei das erstere seinem Orte nach bekannt; aus der 1. und 4. Gleichung folgt dann unmittelbar $\alpha' - \alpha$ in Function der beobachteten Momente; aus der 2. oder 3. Gleichung ergiebt sich ein Werth von D ausgedrückt durch δ und r, der in die 5. oder 6. Gleichung eingetragen zur Kenntniss von δ' führt. Setzt man in 2. statt $T + \alpha$ ϑ und bezeichnet $15\frac{(\vartheta_2 - \vartheta_1)}{2}$ mit τ, so folgt

$$\cos r = \cos(\delta - D) - 2\cos\delta \cos D \sin^2\frac{\tau}{2}$$

oder

$$\sin^2\tfrac{1}{2}r = \sin^2\frac{\delta - D}{2} + \cos\delta \cos D \sin^2\frac{\tau}{2},$$

aus welcher Gleichung $\delta - D$ strenge ermittelt werden kann.



(A. 289.)

Die Rechnung lässt sich in der folgenden Weise vereinfachen. Man verbinde (Fig. 289) die Eintritts- und Austrittsstelle s und s'' durch einen Bogen grössten Kreises und nenne d den Abstand des Durchschnittspunktes σ mit dem Stundenkreis PC vom Mittelpunkt C, $\pm$ gerechnet, wenn der Durchschnittspunkt $\left.\begin{matrix}\text{nördlich}\\ \text{südlich}\end{matrix}\right\}$ liegt, dann wird:

$$\cos\tau = \operatorname{cotang}(D + d)\operatorname{tang}\delta$$

oder

$$\operatorname{tang}(D + d) = \operatorname{tang}\delta(1 + 2\sin^2\tfrac{1}{2}\tau + 4\sin^4\tfrac{1}{2}\tau + \ldots)$$

oder

$$D + d - \delta = \frac{\sin 2\delta}{2}\cdot 2\frac{\sin^2\frac{1}{2}\tau}{\sin 1''} + 4\operatorname{tang}\delta\cos^2\delta\frac{\sin^4\frac{1}{2}\tau}{\sin 1''} - (D + d - \delta)^2\operatorname{tang}\delta\sin 1''$$

mithin, wenn in dem letzten Glied auf der rechten Seite der genäherte Werth

$$D + d - \delta = \frac{\sin 2\delta}{2} 2 \frac{\sin^2 \frac{1}{2}\tau}{\sin 1''}$$

substituirt wird:

$$D + d - \delta = \frac{\sin 2\delta}{2} \cdot \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2}\tau}{\sin 1''} + \frac{\sin 2\delta}{2} \cos^2 \delta \frac{4 \sin^4 \frac{1}{2}\tau}{\sin 1''},$$

wo das zweite Glied in allen Fällen vernachlässigt werden kann.

Man hat demnach

$$\delta - D = d - \frac{\sin 2\delta}{2} \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2}\tau}{\sin 1''} = d - \sin \delta \cos \delta \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2}\tau}{\sin 1''}$$

und für den zweiten Stern

$$\delta' - D = d' - \frac{\sin 2\delta'}{2} \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2}\tau'}{\sin 1''} = d' - \sin \delta' \cos \delta' \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2}\tau'}{\sin 1''}.$$

Die Abstände d und d' ergeben sich aus den Gleichungen

$$\cos^2 r = \cos^2 d (1 - \sin^2 \tau \cos^2 \delta)$$

oder

$$\sin^2 d = \frac{\sin^2 r - \sin^2 \tau \cos^2 \delta}{1 - \sin^2 \tau \cos^2 \delta} \qquad \sin^2 d' = \frac{\sin^2 r - \sin^2 \tau' \cos^2 \delta'}{1 - \sin^2 \tau' \cos^2 \delta'}.$$

Man wird nur selten Veranlassung haben, diese strengen Ausdrücke anzuwenden, bei nicht sehr hohen Declinationen wird man mit den einfacheren Gleichungen auskommen:

$$d = \sqrt{r^2 - \tau^2 \cos^2 \delta} \qquad d' = \sqrt{r^2 - \tau'^2 \cos^2 \delta'},$$

welche, wie sogleich ersichtlich, durch Einführung zweier Hülfswinkel für die numerische Rechnung geeigneter gemacht werden können. Stellt man die hiernach für die Reduction erforderlichen Ausdrücke zusammen, so hat man:

$$15 \frac{\vartheta_2 - \vartheta_1}{2} = \tau \qquad 15 \frac{\vartheta_2' - \vartheta_1'}{2} = \tau' \tag{1}$$

$$\frac{\tau \cos \delta}{r} = \sin \varphi \qquad \frac{\tau' \cos \delta'}{r} = \sin \varphi' \tag{2}$$

$$d = r \cos \varphi \qquad d' = r \cos \varphi' \tag{3}$$

$$\alpha' - \alpha = \frac{\vartheta_1' + \vartheta_2'}{2} - \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2} \tag{4}$$

$$\delta' - \delta = d' - d - \frac{\sin 1''}{2} (\sin \delta' \cos \delta' \tau'^2 - \sin \delta \cos \delta \tau^2) \tag{5}$$

oder meist ausreichend

$$= d' - d - \frac{\sin 1''}{2} \tang \frac{\delta + \delta'}{2} (\cos^2 \delta' \tau'^2 - \cos^2 \delta \tau^2) \tag{5*}$$

oder auch

$$= d' - d + \frac{\sin 1''}{2} \tang \frac{\delta + \delta'}{2} (d' + d)(d' - d), \tag{5**}$$

wo das Correctionsglied verschwindet, wenn $d' = \pm d$ ist.

Die Berechnung von d' setzt eine genäherte Kenntniss von δ' voraus, die meist vorhanden oder mit genügender Genauigkeit leicht zu erlangen ist. Man kann übrigens den vorstehenden Ausdruck dahin abändern, dass an Stelle von δ' D eingeht, welches mittelst des bekannten Sternes direct berechnet werden kann. Es ist

$$d'^2 = r^2 - \tau'^2 \cos^2 (D + \delta' - D) = r^2 - \tau'^2 \cos^2 D + 2\tau'^2 \sin D \cos D (\delta' - D) \sin 1'' \ldots$$

oder

$$d' = \sqrt{(r^2 - \tau'^2 \cos^2 D)} + \tau'^2 \sin D \cos D \sin 1'' \ldots;$$

setzt man daher

$$d'_0 = \sqrt{(r^2 - \tau'^2 \cos^2 D)},$$

so wird

$$\delta' - D = d_0' + \tau'^2 \sin D \cos D \sin 1'' - \frac{\tau'^2}{2} \sin \delta' \cos \delta' \sin 1'',$$

wofür man auch wird setzen dürfen

$$\delta' - D = d_0' + \frac{\tau'^2}{2} \sin 1'' \sin D \cos D \;. \;.$$

und hiermit

$$\delta' - \delta = d_0' - d + \tfrac{1}{2} \sin 1'' \tang \frac{D + \delta}{2} (\tau'^2 \cos^2 D + \tau^2 \cos^2 \delta); \quad (5^{***})$$

im Allgemeinen werden aber die obigen Ausdrücke den Vorzug verdienen.

Es ist bisher angenommen worden, dass die Beobachtungsuhr nach Sternzeit regulirt sei; es bedürfen daher die Fälle, wo die Abweichung des Ganges der Uhr beträchtlich ist, noch einer Ergänzung. Nehmen wir an, die Uhr weiche in einem mittleren Tage um u^s ab, m. a. W. der tägliche Gang betrage u^s, wo u positiv ist, wenn die Uhr zurückbleibt und negativ, wenn sie voreilt, so wird die nach (4) berechnete Differenz $\alpha' - \alpha$ mit dem Factor $1 + \frac{u}{86636}$ zu multipliciren sein, und in den Ausdrücken (1) zur Berechnung von τ und τ' statt 15 der Factor $15\left(1 + \frac{u}{86636}\right)$ einzutreten haben. Geht die Uhr annähernd nach mittlerer Zeit und ist ihr täglicher Gang wiederum u^s, so werden statt der obigen Werthe die Factoren $\left(1 + \frac{236{\cdot}6 + u}{86400}\right)$ bezw. $15\left(1 + \frac{236{\cdot}6 + u}{86400}\right)$ anzuwenden sein.

Die Benutzung des Kreismikrometers setzt die Kenntniss des angularen Halbmessers (r) voraus und es ist daher zu zeigen, wie derselbe ermittelt werden kann. Der angulare Halbmesser ist der Winkel, unter dem der lineare Halbmesser an dem zweiten Knotenpunkt des Objectivs erscheint; bezeichnet man jenen mit ρ und die Hauptbrennweite mit F, so ist $\tang r = \frac{\rho}{F}$. Die directe Bestimmung von r durch lineare Ausmessung von ρ und F ist umständlich und setzt Mittel voraus, die meist nicht zur Verfügung stehen; dagegen wird man ihn direct durch unmittelbare Winkelmessung bestimmen können, wenn man gegenüber dem Objectiv des Fernrohres einen Theodoliten oder ein Universalinstrument aufstellt und abwechselnd den linken und rechten, oder den oberen und unteren Rand mit dem Faden einstellt und den Horizontal- oder Verticalkreis abliest, im ersteren Fall auch die Zenithdistanz für die Reduction auf den Horizont notirt. Empfehlenswerther ist aber hier, wie in ähnlichen Fällen, das Verfahren, die Bestimmung des Halbmessers auf dieselbe Gattung von Beobachtungen zu gründen, die am Mikrometer ausgeführt werden sollen. Will man das Mikrometer zur Messung der Lage von Flecken auf der Sonnenscheibe benutzen, so ermittle man den Radius aus Sonnenbeobachtungen; dient dagegen das Mikrometer zu Anschlüssen von Planeten und Kometen an benachbarte Fixsterne, so wende man den Halbmesser an, welcher aus Sternbeobachtungen folgt:

1. Bestimmung durch Sonnenbeobachtungen. Seien s_a und s_a' die in Bogen ausgedrückten Stundenwinkel der Sonne bei den äusseren Berührungen von Sonne und Kreis, s_i und s_i' die entsprechenden Winkel bei den inneren Berührungen, R der Radius der Sonne, so hat man, da der Weg der Sonne innerhalb des Zeitintervalls der Beobachtungen als geradlinig betrachtet werden kann:

$$\frac{s_a' - s_a}{2} = \tau_a \qquad \frac{s_i' - s_i}{2} = \tau_i$$

$$(R + r)^2 - \tau_a^2 \cos^2 \delta = (R - r)^2 - \tau_i^2 \cos^2 \delta$$

$$r = \frac{(\tau_a + \tau_i)(\tau_a - \tau_i) \cos^2 \delta}{4R}.$$

Die obigen Differenzen der Stundenwinkel der Sonne ergeben sich aus den entsprechenden Differenzen der beobachteten Zeitmomente:

a) wenn die Beobachtungsuhr annähernd nach Sternzeit regulirt ist und ihr täglicher Gang u beträgt,

durch Multiplication mit dem Factor $15\left(1 - \frac{\Delta\alpha - u}{86636}\right)$,

b) wenn die Uhr annähernd nach mittlerer Zeit geht,

durch Multiplication mit dem Factor $15\left(1 - \frac{\Delta g - u}{86400}\right)$.

Hier sind $\Delta\alpha$ und Δg die Aenderungen der Rectascension der Sonne und der Zeitgleichung in einem mittleren Tage; statt Δg kann auch $\Delta\alpha - 236{\cdot}6$ gesetzt werden.

2. Bestimmung von r aus Beobachtungen zweier Sterne von bekannter Declinationsdifferenz.

Aus den Gleichungen 2 und 5, pag. 72

$$\cos r = \sin\delta \sin D + \cos\delta \cos D \cos\tau$$
$$= \sin\delta' \sin D + \cos\delta' \cos D \cos\tau'$$

folgt

$$\tang D = \frac{\cos\delta' \cos\tau' - \cos\delta \cos\tau}{\sin\delta - \sin\delta'} = \frac{\cos\delta' - \cos\delta}{\sin\delta - \sin\delta'} - 2\,\frac{\left(\cos\delta' \sin^2\frac{\tau'}{2} - \cos\delta \sin^2\frac{\tau}{2}\right)}{\sin\delta - \sin\delta'}$$

oder nach einer einfachen Reduction

$$\sin\left(D - \frac{\delta' + \delta}{2}\right) = \frac{\cos D}{\sin\frac{\delta - \delta'}{2}}\left(\cos\delta \sin^2\frac{\tau}{2} - \cos\delta' \sin^2\frac{\tau'}{2}\right)$$

und in den meisten Fällen genügend

$$D = \frac{\delta' + \delta}{2} + \frac{\cos D}{2(\delta - \delta')}(\cos\delta\,\tau^2 - \cos\delta'\,\tau'^2).$$

Ist hieraus D ermittelt, so folgt

$$\sin^2\tfrac{1}{2}r = \sin^2\tfrac{1}{2}(\delta - D)\left(1 + \frac{\cos\delta \cos D \sin^2\frac{\tau}{2}}{\sin^2\frac{1}{2}(\delta - D)}\right) = \sin^2\tfrac{1}{2}(\delta' - D)\left(1 + \frac{\cos\delta' \cos D \sin^2\frac{\tau'}{2}}{\sin^2\frac{1}{2}(\delta' - D)}\right)$$

oder, wenn man

$$\sqrt{\cos\delta \cos D}\,\frac{\sin\frac{\tau}{2}}{\sin\frac{1}{2}(\delta - D)} = \tang\psi$$

$$\sqrt{\cos\delta' \cos D}\,\frac{\sin\frac{\tau'}{2}}{\sin\frac{1}{2}(\delta' - D)} = \tang\psi'$$

setzt

$$r = \frac{\delta - D}{\cos\psi} = \frac{\delta' - D}{\cos\psi'}.$$

. Ein zweites und in den meisten Fällen ausreichendes Verfahren wird aus den obigen genäherten Reductionsausdrücken gewonnen:

$$\tau\cos\delta = r\sin\varphi \qquad \tau'\cos\delta' = r\sin\varphi'$$

$$d' - d = r(\cos\varphi' - \cos\varphi) = 2r\sin\frac{\varphi - \varphi'}{2}\sin\frac{\varphi + \varphi'}{2},$$

wo φ und φ' als Winkel zwischen dem Stundenkreis des Mittelpunkts und dem Radius der Ein- oder Austrittsstelle durchweg von 0° bis 180° gezählt werden sollen. Es folgt hieraus

$$\tau \cos \delta + \tau' \cos \delta' = 2r \sin \frac{\varphi + \varphi'}{2} \cos \frac{\varphi - \varphi'}{2}$$

$$\tau \cos \delta - \tau' \cos \delta' = 2r \sin \frac{\varphi - \varphi'}{2} \cos \frac{\varphi + \varphi'}{2};$$

bestimmt man also φ und φ' aus den Gleichungen

$$tang \frac{\varphi + \varphi'}{2} = \frac{d' - d}{\tau \cos \delta - \tau' \cos \delta'}$$

$$tang \frac{\varphi - \varphi'}{2} = \frac{d' - d}{\tau \cos \delta + \tau' \cos \delta'},$$

wo auf der rechten Seite die Grösse $d' - d$ aus der bekannten Declinationsdifferenz gemäss dem Ausdruck hervorgeht:

$$d' - d = \delta' - \delta + \frac{\sin 1''}{2} \, tang \frac{\delta + \delta'}{2} (\cos^2 \delta' \tau'^2 - \cos^2 \delta \, \tau^2),$$

so ergiebt sich der Durchmesser aus einer der Gleichungen:

$$2r = \frac{d' - d}{\sin \frac{\varphi - \varphi'}{2} \sin \frac{\varphi + \varphi'}{2}}$$

$$= \frac{\tau \cos \delta + \tau' \cos \delta'}{\sin \frac{\varphi + \varphi'}{2} \cos \frac{\varphi - \varphi'}{2}}$$

$$= \frac{\tau \cos \delta - \tau' \cos \delta'}{\sin \frac{\varphi - \varphi'}{2} \cos \frac{\varphi + \varphi'}{2}}$$

$$= \frac{2\tau \cos \delta}{\sin \varphi}$$

$$= \frac{2\tau' \cos \delta'}{\sin \varphi'}.$$

Für die günstigste Wahl der zur Bestimmung des Halbmessers anzuwendenden Sterne gewährt der aus den letzten Gleichungen leicht abzuleitende Ausdruck einen Anhalt:

$$\Delta(d' - d) = (\cos \varphi' - \cos \varphi)\Delta r - r \sin \varphi' \Delta\varphi' + r \sin \varphi \Delta\varphi$$

oder wenn man $\Delta\varphi$ und $\Delta\varphi'$ mittelst der Gleichungen

$$\cos \delta \Delta\tau = \sin \varphi \Delta r + r \cos \varphi \Delta\varphi$$

$$\cos \delta' \Delta\tau' = \sin \varphi' \Delta r + r \cos \varphi' \Delta\varphi' \quad \text{eliminirt:}$$

$$\Delta(d' - d) = (\sec \varphi' - \sec \varphi)\Delta r - tang\, \varphi' \cos \delta' \Delta\tau' + tang\, \varphi \cos \delta \Delta\tau$$

$$\Delta r = \frac{\Delta(d' - d)}{\sec \varphi' - \sec \varphi} + \frac{\cos \delta' \, tang\, \varphi' \Delta\tau'}{\sec \varphi' - \sec \varphi} - \frac{\cos \delta \, tang\, \varphi \Delta\tau}{\sec \varphi' - \sec \varphi},$$

wobei zu erinnern ist, dass bei Durchgängen auf derselben Seite des Mittelpunkts $\frac{\sec}{tang}\varphi'$ und $\frac{\sec}{tang}\varphi$ dasselbe, bei entgegengesetzten Durchgängen verschiedenes Vorzeichen haben. Betrachten wir zunächst die Unsicherheit, die aus der Beobachtung hervorgeht. Da der Winkel, den die Bewegungsrichtung des Sternes mit der an der Ein- bezw. Austrittsstelle gezogenen Tangente bildet, gleich φ ist, so wird der wahrscheinliche Werth des Gesammtfehlers in der Auffassung der Zeit des Verschwindens oder Wiedererscheinens die Form haben $\sqrt{\left(\frac{a}{v}\right)^2 \frac{\sec^2 \delta}{\sin^2 \varphi} + b^2}$. Hier bezeichnet a den sogenannten Gesichtsfehler, der wesentlich aus der Unfähigkeit des Auges hervorgeht, Lichtreize, die auf be-

nachbarte Stellen der Netzhaut fallen, getrennt wahrzunehmen, b eine von der Sternbewegung unabhängige Grösse, die bei der Auge- und Ohrmethode aus der Unsicherheit der Auffassung der Schläge der Uhr hervorgeht (Gehörfehler), bei der Registrirmethode dagegen alle Fehler zusammenfasst, die aus der Unsicherheit der Uebertragung der vom Auge empfangenen Eindrücke auf die Muskeln der Hand, ferner aus der veränderlichen Trägheit der electromagnetischen Apparate, den Unsicherheiten der Ablesung der Signale und anderen Fehlerquellen resultiren; endlich ist v die Vergrösserung. Schreibt man statt $\frac{a}{v}$ einfach a, so wird das Quadrat des mittleren Fehlers von r, soweit die Beobachtung daran Theil hat,

$$\frac{15^2}{2}\frac{a^2 \sec^2\varphi' + b^2\cos^2\delta' \tang^2\varphi'}{(\sec\varphi' - \sec\varphi)^2} + \frac{15^2}{2}\frac{a^2\sec^2\varphi + b^2\cos^2\delta \tang^2\varphi}{(\sec\varphi' - \sec\varphi)^2}.$$

Nehmen wir an, um zwei extreme Fälle zu unterscheiden, dass die Sterne symmetrisch zur Mitte durch das Feld gehen, so ergänzen sich φ und φ' zu 180° und der obige Ausdruck geht sehr nahe über in

$$\frac{15^2}{4}(a^2 + b^2\cos^2\delta \sin^2\varphi).$$

Der Gesichtsfehler wird demnach, wie auch die Sehnen liegen, mit gleichem Betrag eingehen; dagegen wird der Einfluss des Fehlers b um so kleiner werden, je weiter die Sterne von einander abstehen und je höher ihre Declination ist. Setzen wir zweitens den Fall, dass der Declinationsunterschied nahe gleich dem Radius sei und einer der Sterne in der Nähe des Mittelpunkts durchgehe, so wird der eine Winkel φ nahe an 0°, der andere nahe an 90° liegen und der obige Ausdruck reducirt sich auf

$$\frac{15^2}{2}(a^2 + b^2\cos^2\delta).$$

Bei derselben Declination wird daher, so weit es sich um die reinen Beobachtungsfehler handelt, die symmetrische Anordnung den Vorzug verdienen. Auch wird sich, wenigstens in niedrigen Declinationen, die Anwendung der Registrirmethode wegen des erfahrungsgemäss kleineren Betrages der Grösse b empfehlen.

Was ferner den Einfluss eines constanten Fehlers in der angenommenen Declinationsdifferenz betrifft, so wird ein solcher mit vollem Betrag in den resultirenden Durchmesser eingehen, wenn $\delta' - \delta$ nahe $= 2r$, dagegen sehr vermindert werden, wenn der eine Stern in der Nähe des Mittelpunkts, der andere in der Nähe des oberen oder unteren Randes das Mikrometer passirt, oder auch wenn bei kleiner Declinationsdifferenz die Durchgänge symmetrisch zum Mittelpunkt stattfinden; in letzterem Falle darf aber die Declinationsdifferenz nicht zu klein gewählt werden, weil bei Sehnen, die nicht merklich von dem Durchmesser verschieden sind, die Beobachtungsfehler starke Verrückungen und daher auch Aenderungen des Centriwinkels hervorbringen können. Welcher Methode im Uebrigen der Vorzug gebührt, wird von der relativen Grösse des Gesichts- und Gehörfehlers (bez. b) und des zu befürchtenden Fehlers in dem Declinationsunterschied abhängen; am besten wird man auch hier die Bestimmung auf verschiedene Methoden gründen.

Da der in Winkelmaass ausgedrückte Halbmesser nur so lange constant ist, als der Ring sich in derselben Entfernung vom Objectiv befindet, so ist es nothwendig diese Stellung durch die auf dem Ocularauszug befindliche Skale oder falls eine solche nicht vorhanden ist, durch eine Marke zu fixiren. Strenge genommen wird man aber auch auf die Ausdehnung des Ringes durch die Temperatur und die Aenderungen der Brennweite des Fernrohres Rücksicht

nehmen müssen; wir verweisen hierfür auf den Abschnitt über die Bestimmung des Winkelwerths der Schraube eines Fadenmikrometers.

Es ist weiter zu untersuchen, wie man die Beobachtungen anzuordnen hat, um die günstigsten Resultate für den relativen Ort der beiden Objecte zu erlangen. Zunächst zeigt der Ausdruck für den wahrscheinlichen Fehler der Beobachtung eines Ein- und Austritts, dass der Gesichtsfehler einen um so grösseren Einfluss auf die Bestimmung der Zeit des Durchgangs durch den Stundenkreis des Mittelpunkts gewinnt, je weiter die vom Stern beschriebenen Sehnen — um hier diese nicht ganz zutreffende Bezeichnung der Kürze wegen zu gebrauchen — vom Mittelpunkt abstehen. Man wird daher, um den sichersten Anschluss in Rectascension zu erhalten, den Vergleichstern, an welchen der unbekannte Stern angeschlossen werden soll, möglichst so auswählen, dass er nahe gleiche Declination hat, und beide Sterne in der Nähe des Mittelpunktes durchgehen lassen. Sind die Declinationen verschieden, so ordnet man die Durchgänge symmetrisch zum Mittelpunkt an, weil in diesem Fall der Factor des Gesichtsfehlers $\frac{1}{\sin^2\varphi} + \frac{1}{\sin^2\varphi'}$ sein Minimum hat.

Um die günstigsten Bedingungen für die Bestimmung der Declination zu erkennen, suchen wir nach dem Vorgang von Bessel[1]) den Maximalfehler, der aus der wahrscheinlichen Unsicherheit in der Kenntniss des Radius und den wahrscheinlichen Fehlern in der Auffassung der Zeitmomente hervorgehen kann. Aus der Gleichung

$$d^2 = r^2 - \left(\frac{\vartheta_2 - \vartheta_1}{2}\right)^2 15^2 \cos^2\delta$$

folgt der Fehler von d in Function eines Fehlers Δr

$$\Delta d = \frac{r}{d}\Delta r;$$

ferner ist der Einfluss des Gesichtsfehlers im Maximum

$$\Delta d = \frac{\vartheta_2 - \vartheta_1}{d}\,\frac{15^2\cos^2\delta}{2}\,\Delta\vartheta \quad \text{oder wegen} \quad \Delta\vartheta = \frac{a\sec\delta}{\sin\varphi}$$

$$\Delta d = \frac{15ra}{d}$$

und der Einfluss des Fehlers b

$$\Delta d = \frac{15\cos\delta}{d}\sqrt{r^2 - d^2}\,b.$$

Der Gesammtfehler beträgt daher bei dem ungünstigsten Zusammenwirken der Einzelfehler in d:

$$\Delta d = \frac{r}{d}(15a + \Delta r) + \frac{15\cos\delta}{d}\sqrt{r^2 - d^2}\,b$$

und in der Declinationsdifferenz:

$$\Delta(\delta' - \delta) = r(15a + \Delta r)\left(\frac{1}{d} + \frac{1}{d'}\right) + 15\cos\delta\, b\left(\sqrt{\frac{r^2 - d^2}{d^2}} + \sqrt{\frac{r^2 - d'^2}{d'^2}}\right).$$

Setzt man $\delta' - \delta = \varepsilon r$, so ergeben sich die folgenden Werthe für die Factoren von $15a + \Delta r$ und $15\cos\delta\, b$, je nachdem man die beiden Objecte symmetrisch zum Mittelpunkt oder das eine nahe dem oberen oder unteren Rand durchgehen lässt:

[1]) Abhandlungen von F. W. Bessel, herausgegeben von R. Engelmann Bd. II 58, b.

$\delta' - \delta$	Factor von $(15\,a + \Delta r)$ Beide Durchgänge symmetrisch	Ein Durchgang nahe dem Rande	Factor von $15 \cos\delta\, b$ Beide Durchgänge symmetrisch	Ein Durchgang nahe dem Rande
0·0	(∞)	2·00	(∞)	0·00
0·2 r	20·00	2·25	19·90	0·75
0·4 r	10·00	2·67	9·80	1·33
0·6 r	6·67	3·50	6·36	2·29
0·8 r	5·00	6·00	4·58	4·90
1·0 r	4·00	(∞)	3·46	(∞)
1·2 r	3·33	6·00	2·67	4·90
1·4 r	2·86	3·50	2·04	2·29
1·6 r	2·50	2·67	1·50	1·33
1·8 r	2·22	2·25	0·97	0·75
2·0 r	2·00	2·00	0·00	0·00

Die Factoren des Gesichtsfehlers werden hiernach einander gleich für $\delta' - \delta = 0·76\,r$ und $\delta' - \delta = 2\,r$; für Werthe $< 0·76\,r$ sind die Factoren bei symmetrischen Sehnen grösser und um so mehr, je kleiner die δ-Differenz ist, während sie bei grösseren Werthen kleiner sind, als die entsprechenden Werthe für eine Randsehne, sich aber diesen mit Zunahme der δ-Differenz immer mehr nähern. Die Factorencurven b schneiden sich bei den Abscissen $\delta' - \delta = 0·79\,r$, $1·48\,r$ (und $2\,r$); für Werthe $< 0·79\,r$ und $> 1·48\,r$ sind die Ordinaten für die symmetrischen Durchgänge die grösseren, zwischen diesen beiden Werthen die kleineren. Die günstigsten Bedingungen sind hiernach: Beobachtung einer Randsehne bis etwa $\delta' - \delta = 0·8\,r$ und symmetrischer Sehnen von $\delta' - \delta = 0·8\,r$ bis $\delta' - \delta = 1·5\,r$; über diese Grenzen hinaus verdienen in Bezug auf den Fehler b ein Durchgang nahe dem Rande, in Bezug auf den Gesichtsfehler und den Fehler im Radius symmetrische Durchgänge den Vorzug; der Unterschied ist aber hier kaum von Bedeutung. Die Bestimmung ist am unsichersten, wenn $\delta' - \delta$ nahe $= 0·8\,r$, da für diesen Werth die Factoren im Minimum nahe $= 5$ sind. Es geht ferner aus obigen Zahlen hervor, dass man bei δ-Differenzen von weniger als $0·8\,r$ die Bestimmung beider Coordinaten am günstigsten trennt, weil die Rectascensionsbestimmung in allen Fällen symmetrische Sehnen verlangt. Dagegen sind über jene Grenze hinaus die Bedingungen für beide Coordinaten dieselben, nur wird die Unsicherheit in Rectascension um so grösser, je kleiner die Sehnen sind. Man wird daher bei der Auswahl des Vergleichsterns, an den das zu bestimmende Object angeschlossen werden soll, möglichst darauf zu achten haben, dass sein Unterschied in Declination klein ist, und — wofern man sich auf die unveränderte Lage des Fernrohres in der Zwischenzeit zwischen den beiden Durchgängen verlassen kann — lieber einen etwas grösseren Unterschied in Rectascension in Kauf nehmen. Die Beobachtung der beiden Coordinaten erfolgt dann getrennt; zur Bestimmung des Unterschiedes in gerader Aufsteigung werden nahe centrale Durchgänge, für die Declinationsdifferenz Durchgänge in der Nähe des Randes zu beobachten sein. Hierbei empfiehlt es sich, die letzteren auf beide Seiten des Mittelpunktes zu vertheilen, da, wie die Gleichung $\delta' - \delta = \pm\, d' \mp d$ zeigt, ein etwaiger durch das verschiedene Aussehen der beiden Objecte erzeugter Auffassungsfehler im Mittel aus nördlichen und südlichen Durchgängen eliminirt wird. Derartige Fehler treten z. B. bei ungleich hellen Objecten auf, indem der schwächere Stern später dem Auge erscheinen und früher demselben wieder verloren gehen wird, als der hellere Stern. Das Mittel der Zeiten oder die daraus abzuleitende α-Differenz wird da-

durch nicht oder nicht erheblich beeinflusst, während die Länge der Sehne und mithin ihr Abstand von dem Mittelpunkt geändert wird. Hat man keinen Parallelstern zur Verfügung, so wird man sich theilweise einen Ersatz dadurch schaffen, dass man das zu bestimmende Object mit zwei Sternen verbindet, die in Declination, und wenn es angeht, auch in Rectascension symmetrisch zu ihm liegen.

Man kann fragen, welches die Bedingungen sind, dass bei Benutzung eines Parallelsternes beide Coordinaten aus denselben Durchgängen mit gleicher Genauigkeit hervorgehen, und in welchem Verhältniss die letztere zu dem erreichbaren Maximum steht. Bezeichnet ε den mittleren Fehler, so ist

$$\varepsilon^2[(\alpha' - \alpha)\cos\delta)] = \frac{a^2}{\sin^2\varphi} + b^2\cos^2\delta$$
$$\varepsilon^2(\delta' - \delta) = \frac{a^2}{\cos^2\varphi} + b^2\cos^2\delta\,\tang^2\varphi;$$

beide Werthe stimmen überein, wenn $\sin\varphi = \cos\varphi$ oder $\varphi = 45°$, d. h. wenn die Sehnen einen Abstand von 0·71 des Radius vom Mittelpunkt haben. Das Gewicht p einer solchen Bestimmung im Verhältniss zu dem Maximalgewicht P ergiebt sich:

$$\text{in AR.}\quad \frac{P}{p} = \frac{2a^2 + b^2\cos^2\delta}{a^2 + b^2\cos^2\delta} = 1 + \frac{1}{1 + \frac{b^2}{a^2}\cos^2\delta}$$

$$\text{in Decl.}\quad \frac{P}{p} = \frac{2a^2 + b^2\cos^2\delta}{a^2} = 2 + \frac{b^2}{a^2}\cos^2\delta.$$

Während hiernach die Gewichtsverminderung in Rectascension höchstens $\frac{1}{2}$ beträgt, erreicht sie in Declination mindestens diesen Betrag, kann aber noch grösser werden, wenn b im Verhältniss zu a sehr merklich ist.

Das Ringmikrometer kann als die Verbindung zweier concentrischen Kreise angesehen werden, deren jeder zwei Beobachtungsmomente liefert. Anstatt die Reduction in Declination für die beiden Kreise getrennt auszuführen, kann man einfacher in der folgenden Weise verfahren. Wenn die Indices a und i den äusseren und den inneren Kreis kennzeichnen, so setze man

$$\tau_a\cos\delta = r_a\sin\varphi_a \qquad d = r_a\cos\varphi_a$$
$$\tau_i\cos\delta = r_i\sin\varphi_i \qquad d = r_i\cos\varphi_i$$

und weiter

$$\frac{r_a + r_i}{2} = R \qquad \frac{r_a - r_i}{2} = \Delta,$$

dann folgt

$$\cos\delta(\tau_a + \tau_i) = 2R\sin\frac{\varphi_a + \varphi_i}{2}\cos\frac{\varphi_a - \varphi_i}{2} + 2\Delta\sin\frac{\varphi_a - \varphi_i}{2}\cos\frac{\varphi_a + \varphi_i}{2}$$

$$\cos\delta(\tau_a - \tau_i) = 2R\sin\frac{\varphi_a - \varphi_i}{2}\cos\frac{\varphi_a + \varphi_i}{2} + 2\Delta\sin\frac{\varphi_a + \varphi_i}{2}\cos\frac{\varphi_a - \varphi_i}{2}$$

$$2d = 2R\cos\frac{\varphi_a + \varphi_i}{2}\cos\frac{\varphi_a - \varphi_i}{2} - 2\Delta\sin\frac{\varphi_a - \varphi_i}{2}\sin\frac{\varphi_a + \varphi_i}{2}$$

$$0 = -2R\sin\frac{\varphi_a - \varphi_i}{2}\sin\frac{\varphi_a + \varphi_i}{2} + 2\Delta\cos\frac{\varphi_a + \varphi_i}{2}\cos\frac{\varphi_a - \varphi_i}{2}.$$

Aus der letzten Gleichung ergiebt sich

$$\Delta = R\,\tang\frac{\varphi_a - \varphi_i}{2}\,\tang\frac{\varphi_a + \varphi_i}{2}$$

und durch Einsetzen dieses Werthes in die drei vorhergehenden Gleichungen:

$$\cos\delta\,\frac{\tau_a+\tau_i}{2} = R\,\frac{\sin\dfrac{\varphi_a+\varphi_i}{2}}{\cos\dfrac{\varphi_a-\varphi_i}{2}}$$

$$\cos\delta\,\frac{\tau_a-\tau_i}{2} = R\,\frac{\sin\dfrac{\varphi_a-\varphi_i}{2}}{\cos\dfrac{\varphi_a+\varphi_i}{2}}$$

$$d = R\,\frac{\left(\cos^2\dfrac{\varphi_a-\varphi_i}{2} - \sin^2\dfrac{\varphi_a+\varphi_i}{2}\right)}{\cos\dfrac{\varphi_a-\varphi_i}{2}\cos\dfrac{\varphi_a+\varphi_i}{2}} = R\,\frac{\left(\cos^2\dfrac{\varphi_a+\varphi_i}{2} - \sin^2\dfrac{\varphi_a-\varphi_i}{2}\right)}{\cos\dfrac{\varphi_a-\varphi_i}{2}\cos\dfrac{\varphi_a+\varphi_i}{2}}.$$

Setzt man daher

$$\frac{\tau_a+\tau_i}{2R}\cos\delta = \sin A \qquad \frac{\tau_a-\tau_i}{2R}\cos\delta = \sin B,$$

so nimmt d die einfache Form an

$$d = R\cos A\cos B.$$

Bei dieser Ableitung ist stillschweigend vorausgesetzt worden, dass die aus den Beobachtungen an dem äusseren und inneren Kreis abgeleiteten Abstände der Sehnen vom Mittelpunkt gleiches Gewicht haben. Dies ist — theoretisch wenigstens — nicht der Fall. Bezeichnen ε_a und ε_i die mittleren Fehler der halben Sehnen des äusseren und inneren Kreises, so werden die correspondirenden Fehler in dem Abstand bezw. $\frac{\tau_a\cos\delta}{d}\varepsilon_a$ und $\frac{\tau_i\cos\delta}{d}\varepsilon_i$ sein und der plausibelste Werth des Abstands wird aus dem Ausdruck gefunden $d = \frac{d_a\tau_i^2\varepsilon_i^2 + d_i\tau_a^2\varepsilon_a^2}{\tau_i^2\varepsilon_i^2 + \tau_a^2\varepsilon_a^2}$. Nach dem Früheren enthalten die Grössen ε den Gesichtsfehler a und den Gehörfehler b, an dessen Stelle bei Anwendung der Registrirmethode ein in derselben Weise wirkender Fehler tritt; für den ersteren haben zahlreiche von verschiedenen Beobachtern an Meridianinstrumenten angestellte Durchgangsbeobachtungen den mittleren Werth 4″·71 ($v = 1$), für den letzteren 0″·10 bezw. 0″·07 ergeben. Diese Werthe dürfen indessen nicht ohne weiteres auf das Ringmikrometer übertragen werden, vielmehr muss der Beobachter, wenn er die grösste Genauigkeit erreichen will, durch besondere Beobachtungen in verschiedenen Declinationen und unter Anwendung verschiedener Vergrösserungen den individuellen Werth jener Grössen ermitteln. Ist der Einfluss des Gesichtsfehlers der überwiegende, wie es z. B. bei schwachen Vergrösserungen, die bei Ringmikrometern vorwiegend benutzt werden, und bei gleichzeitig hohen Declinationen der Fall sein würde, so reducirt sich der obige Ausdruck auf

$$d = \frac{d_a r_i^2 + d_i r_a^2}{r_i^2 + r_a^2} = \frac{d_a + d_i}{2} - \frac{r_a^2 - r_i^2}{r_a^2 + r_i^2}\,\frac{d_a - d_i}{2},$$

so dass in diesem Falle das Mittel der aus dem äusseren und dem inneren Ring gefundenen Abstände um einen constanten Bruchtheil ihrer halben Differenz verändert werden müsste.

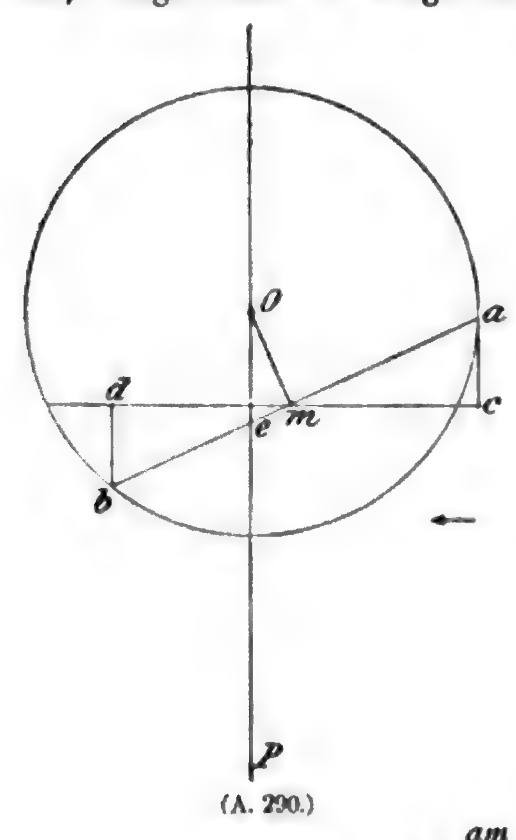
Berücksichtigung der eigenen Bewegung.

Das zu bestimmende Object habe eine eigene Bewegung, welche während der kurzen Zeit des Durchganges durch das Mikrometer als der Zeit proportional angenommen werden kann; $\Delta\alpha'$ (in Zeitsecunden) sei die Zunahme der Recta-

scension, $\Delta\delta'$ (in Bogensecunden) die Zunahme der Declination, beide für eine Secunde Sternzeit. Nun ist von vornherein klar, dass eine eigene Bewegung in Rectascension auf die Bestimmung von $\alpha' - \alpha$ keinen Einfluss ausübt, da das Mittel der Zeiten des Eintritts und des Austritts auch dann noch mit der Zeit des Durchganges durch den Stundenkreis des Mittelpunkts zusammenfällt; dagegen wird die Bestimmung von $\delta' - \delta$ beeinflusst, weil aus der gebrauchten Zeit auf die Länge der Sehne und damit auf ihren Abstand vom Mittelpunkt geschlossen wird. Umgekehrt übt eine eigene Bewegung in Declination nur einen geringen Einfluss auf diesen Abstand aus, ändert dagegen merklich die Zeit des Durchgangs durch den Stundenkreis der Mitte. Zunächst folgt, dass, wenn $\vartheta_2' - \vartheta_1'$ die Sternzeit ist, welche zwischen Eintritt und Austritt verflossen ist, $(\vartheta_2' - \vartheta_1')(1 - \Delta\alpha')$ die Zeit sein würde, die das Object ohne eigene Bewegung gebraucht haben würde, um die Sehne zu durchlaufen; man wird folglich statt des Werthes $\tau' = 15\,\frac{\vartheta_2' - \vartheta_1'}{2}$ zu setzen haben $\tau'' = \tau'(1 - \Delta\alpha')$. Da $\log\tau'' = \log\tau' + \log(1 - \Delta\alpha') = \log\tau' - \mathfrak{M}\Delta\alpha' \ldots$ wo $\mathfrak{M}$ den Modul der BRIGG'schen Logarithmen bezeichnet, und da andererseits

$$\Delta\alpha' = \frac{4\Delta\alpha_0'}{2\times 86636} = \frac{\Delta\alpha_0'}{43318}$$

wenn unter $\Delta\alpha_0'$ die Veränderung der Rectascension in 48 Stunden mittlerer Zeit, ausgedrückt in Bogenminuten, verstanden wird, so wird angenähert $\log\tau'' = \log\tau' - 0{\cdot}00001\,\Delta\alpha_0'$, und die Berücksichtigung der eigenen Bewegung in AR. läuft demnach darauf hinaus, dass $\log\tau'$ um ebenso viele Einheiten der 5. Decimale vermindert oder vermehrt wird, als die in Bogenminuten ausgedrückte positive bezw. negative 48-stündige Bewegung in AR. beträgt. Diese Vereinfachung ist bis zu etwa $\Delta\alpha_0' = 200'$ zulässig. Es sei ferner (Fig. 290) ab die von dem Object beschriebene Sehne, m ihre Mitte, emd ein Bogen gr. Kr. senkrecht auf dem Stundenkreis PO, ac senkrecht zu cd, dann wird die Zeit des Durchganges durch den Stundenkreis PO erhalten, wenn man zu dem Mittel der Zeiten die Zeit zulegt, die der Körper gebraucht, um die Strecke em zu durchlaufen, und die Declinationsdifferenz gegen den Mittelpunkt zu dieser Zeit wird Oe sein. Nun ist



(A. 290.)

$$am = \tau' \cos\delta'(1 - \Delta\alpha')$$

$$\frac{am}{r} = \sin\varphi' \qquad Om = d' = r\cos\varphi'$$

und wenn der Winkel $eOm = amc = \varepsilon$ gesetzt wird, hinreichend nahe

$$\tan g\,\varepsilon = \frac{ac}{mc} = \frac{\Delta\delta'}{15(-1\Delta\alpha')\cos\delta'},$$

mithin

$$em = \frac{d'\Delta\delta'}{15(1 - \Delta\alpha')\cos\delta'}$$

und die Zeit, welche der Körper gebraucht, um diese Strecke zu durchlaufen

$$\Delta\vartheta' = \frac{d'\,\Delta\delta'}{15^2(1-\Delta\alpha')^2\cos^2\delta'}$$

oder mit Vernachlässigung der Glieder zweiter Ordnung

$$\Delta\vartheta' = \frac{d'\,\Delta\delta'}{15^2\cos^2\delta'}.$$

Ferner ist $Oe = d'\sec\varepsilon$ oder innerhalb derselben Grenzen $= d'$, wo d' in der oben erläuterten Weise berechnet wird. Beide Coordinatenunterschiede gelten für das Mittel der Durchgangszeiten des bewegten Objectes.

Berechnung des Einflusses der Strahlenbrechung.

Die Strahlenbrechung übt bei Kreismikrometerbeobachtungen einen zweifachen Einfluss aus; einerseits wird durch sie die Lage der Sterne an der Himmelskugel, und zweitens die Geschwindigkeit und Richtung der täglichen Bewegung geändert. Man erhält den analytischen Ausdruck für die Gesammtwirkung am einfachsten, wenn man, wie es BESSEL in seiner Abhandlung (Astronomische Nachrichten, Bd. 3 und 4) gethan hat, die durch die Natur des Mikrometers gegebenen Bedingungen unmittelbar auf die scheinbaren d. h. die mit Refraction afficirten Oerter der Sterne, so wie sie zu den verschiedenen Momenten der Beobachtung gehören, anwendet.

Bezeichnen α und δ die wahren Coordinaten, $\alpha + \frac{p_1}{15}$, $\delta + q_1$ bezw. $\alpha + \frac{p_2}{15}$, $\delta + q_2$ die durch die Strahlenbrechung geänderten Coordinaten für die Zeiten des Ein- und Austritts, T und D wie früher den Stundenwinkel und die Declination des Kreismittelpunktes, dann treten an Stelle der Gleichungen 2. und 3. pag. 72 die folgenden:

$$r^2 = 15^2\left(T - \vartheta_1 + \alpha + \frac{p_1}{15}\right)^2 \cos D\cos(\delta + q_1) + (\delta + q_1 - D)^2$$

$$r^2 = 15^2\left(\vartheta_2 - T - \alpha - \frac{p_2}{15}\right)^2 \cos D\cos(\delta + q_2) + (\delta + q_2 - D)^2$$

und ebensolche zwei Gleichungen liefert die Beobachtung des zweiten Sternes.

Setzt man hierin

$$\vartheta_1 = \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2} + \frac{\vartheta_1 - \vartheta_2}{2} = \vartheta + \frac{\vartheta_1 - \vartheta_2}{2}$$

$$\vartheta_2 = \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2} - \frac{\vartheta_1 - \vartheta_2}{2} = \vartheta - \frac{\vartheta_1 - \vartheta_2}{2}$$

und analog

$$p_1 = \frac{p_1 + p_2}{2} + \frac{p_1 - p_2}{2} = p + \frac{p_1 - p_2}{2} \quad \text{u. s. f.}$$

und weiter

$$\vartheta - \alpha - \frac{p}{15} - T = x \qquad \delta + q - D = d,$$

so wird mit Vernachlässigung von $\frac{q_1 - q_2}{2}$ unter dem Cosinuszeichen:

$$r^2 = \frac{15^2}{4}\left(\vartheta_2 - \vartheta_1 - \frac{p_2}{15} + \frac{p_1}{15} - 2x\right)^2 \cos D\cos(\delta + q) + \left(d + \frac{q_1 - q_2}{2}\right)^2$$

$$r^2 = \frac{15^2}{4}\left(\vartheta_2 - \vartheta_1 - \frac{p_2}{15} + \frac{p_1}{15} + 2x\right)^2 \cos D\cos(\delta + q) + \left(d - \frac{q_1 - q_2}{2}\right)^2.$$

Der halbe Unterschied und die halbe Summe dieser Gleichungen geben:

$$0 = 15^2 x\left(\theta_2 - \theta_1 - \frac{p_2}{15} + \frac{p_1}{15}\right) \cos D \cos(\delta + q) + d(q_2 - q_1)$$

$$r^2 = 15^2\left[\tfrac{1}{4}\left(\theta_2 - \theta_1 - \frac{p_2}{15} + \frac{p_1}{15}\right)^2 + x^2\right]\cos D \cos(\delta + q) + d^2 + \left(\frac{q_2 - q_1}{2}\right)^2$$

oder wenn

$$p_2 - p_1 = 15(\theta_2 - \theta_1)\frac{dp}{dt} \qquad q_2 - q_1 = 15(\theta_2 - \theta_1)\frac{dq}{dt}$$

gesetzt werden, wo die $\frac{dp}{dt}$, $\frac{dq}{dt}$ für die Mitte der Zeiten genommen werden müssen,

$$0 = 15\, x\left(1 - \frac{dp}{dt}\right) \cos D \cos(\delta + q) + d\,\frac{dq}{dt}$$

$$r^2 = 15^2\left[\tfrac{1}{4}(\theta_2 - \theta_1)^2\left(1 - \frac{dp}{dt}\right)^2 + x^2\right]\cos D \cos(\delta + q) + d^2 + \frac{15^2}{4}(\theta_2 - \theta_1)^2\left(\frac{dq}{dt}\right)^2$$

aus welchen Gleichungen x und d gefunden werden.

Da nun für den zweiten Stern analog

$$\theta' - \alpha' - \frac{p'}{15} - T = x' \qquad \delta' + q' - D = d',$$

wo x' und d' in derselben Weise erhalten werden, so ergeben sich die wahren von Strahlenbrechung befreiten Coordinatenunterschiede aus:

$$\alpha' - \alpha = \theta' - \theta - \frac{p'}{15} + \frac{p}{15} - x' + x$$
$$\delta' - \delta = d' - d - q' + q.$$

Es wird selten nothwendig sein, diese strenge Auflösung anzuwenden; in der überwiegenden Anzahl der Fälle wird man mit einer Näherung auskommen, die auf der Vernachlässigung der zweiten und höheren Potenzen der Strahlenbrechung beruht; nur wenn die Objecte dem Horizont sehr nahe stehen, wird man auf die obigen Gleichungen zurückgehen müssen.

Zunächst sind hier die Ausdrücke für die Strahlenbrechung in Rectascension und Declination und ihre Differentialquotienten nach der Zeit zu entwickeln. Bezeichnen P den Pol, Z das Zenith, S den wahren, S' den mit Strahlenbrechung behafteten Ort eines Sternes, so ist nach der angenommenen Bezeichnung $PS = 90 - \delta$, $PS' = 90 - (\delta + q)$, $S'PS = p$, und wenn noch gesetzt wird $SS' = \rho$, $ZSP = \eta$, so erhält man

$$\sin p \cos(\delta + q) = \sin\rho \sin\eta$$
$$\cos p \cos(\delta + q) = \cos\rho \cos\delta - \sin\rho \sin\delta \cos\eta$$
$$\sin(\delta + q) = \cos\rho \sin\delta + \sin\rho \cos\delta \cos\eta$$

aus welchen Gleichungen p und q berechnet werden können. Aus denselben Gleichungen folgen durch Differentiation

$$\cos^2(\delta + q)\frac{dp}{dt} = \sin\eta \cos\delta\,\frac{d\rho}{dt} + \sin\rho(\cos\rho \cos\delta \cos\eta - \sin\rho \sin\delta)\frac{d\eta}{dt}$$

$$\cos(\delta + q)\frac{dq}{dt} = (\cos\rho \cos\delta \cos\eta - \sin\rho \sin\delta)\frac{d\rho}{dt} - \sin\rho \cos\delta \sin\eta\,\frac{d\eta}{dt}$$

oder wenn man berücksichtigt, dass

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{d\rho}{dz}\frac{dz}{dt} = \sin\eta \cos\delta\,\frac{d\rho}{dz} \qquad \frac{d\eta}{dt} = \frac{\cos\varphi \cos a}{\sin z},$$

wo in der üblichen Weise unter z, a, φ Zenitdistanz, Azimut und Polhöhe verstanden werden,

$$\frac{dp}{dt} = \frac{\sin^2\eta\cos^2\delta}{\cos^2(\delta+q)}\frac{d\rho}{dz} + \frac{\cos\varphi\cos a}{\sin z\cos^2(\delta+q)}(\cos\rho\cos\delta\cos\eta - \sin\rho\sin\delta)\sin\rho$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{\sin\eta\cos\delta}{\cos(\delta+q)}(\cos\rho\cos\delta\cos\eta - \sin\rho\sin\delta)\frac{d\rho}{dz} - \frac{\cos\varphi\cos a}{\cos(\delta+q)\sin z}\cos\delta\sin\eta\sin\rho.$$

Die Ausdrücke nehmen eine sehr viel einfachere Gestalt an, sobald man sich auf die erste Potenz der Strahlenbrechung beschränkt. Man erhält dann unmittelbar aus obigen Gleichungen:

$$p = \rho\sin\eta\sec\delta$$
$$q = \rho\cos\eta \quad \text{oder da} \quad \rho = \varkappa\,tang\,z$$
$$p = \varkappa\,tang\,z\sin\eta\sec\delta$$
$$q = \varkappa\,tang\,z\cos\eta$$

und hieraus leicht, nach einigen kurzen Entwickelungen

$$\frac{dp}{dt} = \varkappa\,tang^2 z\sin^2\eta + \frac{\varkappa\cos\varphi\cos t}{\cos z\cos\delta}$$

$$\frac{dq}{dt} = \varkappa\,tang^2 z\sin\eta\cos\eta\cos\delta + \varkappa\,tang\,z\sin\eta\sin\delta.$$

Zur Berechnung der Zenitdistanz und des parallaktischen Winkels dienen die folgenden Ausdrücke, in denen t den Stundenwinkel bezeichnet:

$$\sin z\sin\eta = \cos\varphi\sin t$$
$$\sin z\cos\eta = \cos\delta\sin\varphi - \sin\delta\cos\varphi\cos t$$
$$\cos z \quad = \sin\delta\sin\varphi + \cos\delta\cos\varphi\cos t$$

Führt man hier die für jeden Beobachtungsort mit dem Argument t leicht zu tabulirenden Hülfsgrössen n und N ein, gemäss den Gleichungen:

$$\cos\varphi\cos t = \sin n\sin N$$
$$\sin\varphi \quad = \sin n\cos N$$
$$\cos\varphi\sin t = \cos n,$$

wo N stets $< 90°$ genommen werden kann und dann positiv ist, wenn t im I. und IV., negativ im II. und III. Quadranten liegt, während $\sin n$ stets positiv ist und $cotang\,n$ das Zeichen von $\sin t$ hat — diese Festsetzungen gelten für nördliche Breiten und müssen für südliche Breiten (bis auf N absolut $< 90°$) in ihr Gegentheil umgekehrt werden — so folgt

$$tang\,z\sin\eta = cotang\,n\,cosec(N+\delta)$$
$$tang\,z\cos\eta = \quad cotang(N+\delta)$$

und hiermit

$$p = \frac{\varkappa\,cotang\,n}{\sin(N+\delta)\cos\delta} \qquad \frac{dp}{dt} = \varkappa\left(\frac{cotang^2 n}{\sin^2(N+\delta)} + \frac{\sin N}{\sin(N+\delta)\cos\delta}\right)$$

$$q = \varkappa\,cotang(N+\delta) \qquad \frac{dq}{dt} = \frac{\varkappa\,cotang\,n\cos N}{\sin^2(N+\delta)}$$

Nach dem Früheren hat nun die Verbesserung der beobachteten Rectascensionsdifferenz den Ausdruck

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = +\frac{p}{15} - \frac{p'}{15} + x - x',$$

oder da

$$x = \frac{-d\,\frac{dq}{dt}}{15\left(1-\frac{dp}{dt}\right)\cos D\cos(\delta+q)} = \frac{-d\,\frac{dq}{dt}}{15\cos^2\delta}\,.\,.\qquad x' = \frac{-d'\,\frac{dq'}{dt}}{15\cos^2\delta'}\,.\,.$$

$$\Delta(\alpha'-\alpha) = \frac{\varkappa d'\,cotang\,n'\cos N'}{15\sin^2(N'+\delta')\cos^2\delta'} - \frac{\varkappa d\,cotang\,n\cos N}{15\sin^2(N+\delta)\cos^2\delta} + \frac{\varkappa\,cotang\,n}{15\sin(N+\delta)\cos\delta}$$
$$- \frac{\varkappa\,cotang\,n'}{15\sin(N'+\delta')\cos\delta'}\,,$$

welcher Ausdruck mit Vernachlässigung der Produkte von $(\delta'-\delta)^2$ in die Strahlenbrechung und mit Einführung von $\delta_0 = \frac{\delta+\delta'}{2}$ die einfache Form annimmt:

$$\Delta(\alpha'-\alpha) = \frac{2\varkappa\,cotang\,n\sec\delta_0\cos(N+\delta_0)}{15\sin^2(N+\delta_0)}(\delta'-\delta),$$

wo die n und N für die Mitte der Zeiten genommen werden müssen.

Was die Verbesserung des Declinationsunterschiedes angeht, so lehren die Gleichungen pag. 84, dass, nachdem die Grössen τ und τ' mit den Factoren $f = \left(1-\frac{dp}{dt}\right)\frac{\cos(\delta+q)}{\cos\delta}$, bezw. $f' = \left(1-\frac{dp'}{dt}\right)\frac{\cos(\delta'+q')}{\cos\delta'}$ multiplicirt worden sind, an die daraus abgeleitete Differenz $d'-d$ noch die Verbesserung $q-q'$ angebracht werden muss. Trägt man die Werthe von q und $\frac{dp}{dt}$ ein, so wird

$$f = 1 - \varkappa\left(1 + \frac{cotang^2 n}{\sin^2(N+\delta)}\right),$$

wo in den meisten Fällen derselbe Werth von f, berechnet für das Mittel der Zeiten und die mittlere Declination, für beide Objecte ausreichen wird. Ferner wird dann

$$\Delta(\delta'-\delta) = \frac{\varkappa(\delta'-\delta)}{\sin^2(N+\delta_0)}$$

und damit in noch etwas bequemerer Weise als oben

$$\Delta(\alpha'-\alpha) = 2\,cotang\,n\cos(N+\delta_0)\sec\delta_0\cdot\frac{\Delta(\delta'-\delta)}{15}\,.$$

Bei der Ableitung dieser Verbesserungen ist, indem die Strahlenbrechung für die beiden Objecte gleich $\varkappa\,tang\,z$ und $\varkappa\,tang\,z'$ angenommen wurde, die Grösse $\varkappa$ als eine Constante betrachtet worden. In Wirklichkeit ist aber $\varkappa$ eine Function der Zenitdistanz, und man wird sie daher in jedem Falle so annehmen müssen, dass sie die Veränderungen der Strahlenbrechung, auf die es bei den mikrometrischen Messungen in erster Linie ankommt, möglichst genau wiedergiebt. Setzt man daher $\rho = \alpha\,tang\,z$, wo α jetzt eine Function der Zenitdistanz ist, so hat man aus der Vergleichung der Aenderungen beider Ausdrücke

$$\frac{\varkappa}{\cos^2 z} = \frac{\alpha}{\cos^2 z} + tang\,z\,\frac{d\alpha}{dz} \qquad \text{oder} \qquad \varkappa = \alpha\left(1 + \frac{d\log\alpha}{\mathfrak{M}\,dz}\sin z\cos z\right)\cdot$$

Nach den BESSEL'schen Refractionstafeln hat α die Form

$$\alpha = \alpha_0\beta^A\gamma^\lambda,$$

wo β vom Barometer-, γ vom Thermometerstand, A und λ dagegen nur von der Zenitdistanz abhängen. Um auch $\varkappa$ auf dieselbe Form zu bringen, werde $\varkappa = \varkappa_0\beta^{A_0}\gamma^{\lambda_0}$ gesetzt, dann giebt die obige Gleichung nach Einsetzung dieser

Werthe von α und $\varkappa$ nach einer kurzen Entwicklung und unter Berücksichtigung, dass die Gleichung für jeden Werth von β und γ gelten muss[1]),

$$\varkappa_0 = \alpha_0\left(1 + \frac{d \log \alpha_0}{\mathfrak{M}\, dz} \sin z \cos z\right)$$

$$A_0 = A + \frac{\alpha_0}{\varkappa_0}\frac{dA}{dz} \sin z \cos z$$

$$\lambda_0 = \lambda + \frac{\alpha_0}{\varkappa_0}\frac{d\lambda}{dz} \sin z \cos z.$$

Eine Tafel für $\varkappa_0$ hat unter anderen Hansen in der genannten Abhandlung und Bessel in seinem Aufsatz über den Einfluss der Strahlenbrechung auf Mikrometerbeobachtungen (Astronomische Untersuchungen, Bd. I) gegeben; aus letzterer ist der folgende Auszug entlehnt, wobei noch zu beachten ist, dass in den Retractionsverbesserungen für $\delta' - \delta$ der beobachtete Declinationsunterschied in Bogensecunden gesetzt werden muss; das Argument der Tafel ist die wahre Zenitdistanz, zu deren Berechnung die Gleichung dienen kann:

$$\cos z = \sin n \sin (N + \delta_0).$$

Strahlenbrechungs-Tafel für Mikrometer-Beobachtungen.

Einheiten der 4. Dec.

Wahre Z. D.	$\log \varkappa_0$	Diff.	A_0	λ_0
0°	6·4458	0		
10	6·4458	2		
20	6·4456	4		
30	6·4452	6		
40	6·4446			
40	6·4446	5		
45	6·4441	8		1·005
50	6·4433	11		1·006
55	6·4422	18		1·009
60	6·4404	26		1·014
65	6·4378			1·020
65	6·4378	8		1·020
66	6·4370	9		1·022
67	6·4361	10		1·024
68	6·4351	12		1·026
69	6·4339	13		1·028
70	6·4326	15		1·031
71	6·4311	19		1·034
72	6·4292	21		1·037
73	6·4271	25		1·040
74	6·4246	28		1·043
75	6·4218			1·047

Wahre Z. D.	$\log \varkappa_0$	Diff.	A_0	λ_0
75° 0'	6·4218	13		1·047
30	6·4205	17		1·050
76 0	6·4188	21		1·054
30	6·4167	22		1·058
77 0	6·4145	23	0·997	1·062
30	6·4122	25	0·996	1·067
78 0	6·4097	30	0·996	1·073
30	6·4067	35	0·996	1·078
79 0	6·4032	41	0·995	1·085
30	6·3991	44	0·995	1·091
80 0	6·3947		0·994	1·099
80 0	6·3947	33	0·994	1·099
20	6·3914	38	0·994	1·105
40	6·3876	40	0·993	1·112
81 0	6·3836	41	0·993	1·119
20	6·3795	43	0·992	1·127
40	6·3752	50	0·991	1·136
82 0	6·3702	59	0·991	1·146
20	6·3643	65	0·990	1·156
40	6·3578	70	0·989	1·167
83 0	6·3508	81	0·987	1·178
20	6·3427	93	0·985	1·188
40	6·3334	103	0·983	1·199
84 0	6·3231	116	0·981	1·209
20	6·3115	128	0·979	1·219
40	6·2987	140	0·976	1·228
85 0	6·2847		0·973	1·237

Bar. mm	$\log B$	Diff.
600	−978	72
610	−906	71
620	−835	69
630	−766	69
640	−697	67
650	−630	66
660	−564	65
670	−499	65
680	−434	63
690	−371	63
700	−308	61
710	−247	61
720	−186	60
730	−126	59
740	−67	58
750	−9	58
760	+49	57
770	+106	56
780	+162	55
790	+217	

$\log \zeta = \log B + \log T$

Therm. am Bar C°	$\log T$	Diff.
−30	+21	7
−20	+14	7
−10	+7	7
0	0	7
+10	−7	7
+20	−14	7
+30	−21	

Aeuss. Temp. C°	$\log \gamma$	Diff.
−30	+648	88
−25	+560	87
−20	+473	84
−15	+389	83
−10	+306	81
−5	+225	80
0	+145	79
+5	+66	77
+10	−11	75
+15	−86	75
+20	−161	73
+25	−234	72
+30	−306	70
+35	−376	

[1]) Vergl. P. A. Hansen, Bestimmung der Sonnenparallaxe durch Venusvorübergänge vor der Sonnenscheibe.

Beispiel. 1877 April 26 Strassburg (alte Sternwarte). Refractor von $4\frac{1}{2}''$ Oeffnung. Vergr. 40. Radien des Ringes $r_a = 1208''\cdot52$ $r_i = 1027''\cdot53$ $R = 1118''\cdot02$. Chronometer KESSELS (Sternzeit) $\Delta U = -3^m\,49^s\cdot5$. Beob. KÜSTNER.

Komet II 1877 südlich von $*7^m$ ($22^h\,42^m\,50^s + 48°\,55'\cdot8$).

Komet		Stern		Durchgang
$17^h\,23^m\,44^s\cdot0$	$24^m\,11^s\cdot5$	$17^h\,25^m\,20^s\cdot15$	$25^m\,41^s\cdot3$	südlich
26 49·0	26 20·6	28 58·9	28 38·1	
31 38·5	32 2·5	33 48·15	34 15·15	nördlich
35 14·35	34 50·75	36 50·65	36 23·8	
39 5·5	39 29·5	41 12·25	41 40·15	„
42 34·9	42 10·0	44 10·9	43 43·3	
47 27·8	47 54·2	49 9·7	49 31·7	südlich
50 48·75	50 22·5	52 45·4	52 23·7	

Die je zwei unter einander stehenden Zahlen sind die beobachteten Momente des Ein- und Austrittes an demselben, dem äusseren bezw. inneren Kreis. Hieraus ergeben sich bis auf die erst nachher zu berechnenden Columnen:

	$\frac{1}{2}(\vartheta_1' + \vartheta_2')$ a	i	Mittel	$\frac{1}{2}(\vartheta_1 + \vartheta_2)$ a	i	Mittel
$17^h\,25^m$	$16^s\cdot50$	$16^s\cdot05$	$16^s\cdot27$	27^m $9^s\cdot52$	$9^s\cdot70$	$9^s\cdot61$
33	26·42	26·62	26·52	35 19·40	19·47	19·43
40	50·20	49·75	49·97	42 41·57	41·72	41·64
49	8·27	8·35	8·31	50 57·55	57·70	57·62
17 37			10·27			

☌ — *	Corr. f. E. B.	$\alpha' - \alpha$	Red. auf d. Mittel d. Z.	Abw. v. Mittel
$-1^m\,53^s\cdot34$	$-0^s\cdot73$	$-1^m\,54^s\cdot07$	$-1^m\,52^s\cdot39$	$-0^s\cdot52$
52·91	+ 0·54	52·37	51·84	+ 0·03
51·67	+ 0·59	51·08	51·60	+ 0·27
49·31	− 0·64	49·95	51·64	+ 0·23
		− 1 51·868	51·87	
	Refr. +	0·006		

$\frac{1}{2}(\vartheta_2' - \vartheta_1')$ a	i	$\frac{1}{2}(\vartheta_2 - \vartheta_1)$ a	i	$\frac{1}{15}\left(\frac{\tau_a' + \tau_i'}{2}\right)$	$\frac{1}{15}\left(\frac{\tau_a' - \tau_i'}{2}\right)$	$\frac{1}{15}\left(\frac{\tau_a + \tau_i}{2}\right)$	$\frac{1}{15}\left(\frac{\tau_a - \tau_i}{2}\right)$
$1^m\,32^s\cdot50$	$1^m\,4^s\cdot55$	$1^m\,49^s\cdot37$	$1^m\,28^s\cdot40$	$78^s\cdot52$	$13^s\cdot97$	$98^s\cdot89$	$10^s\cdot49$
1 47·92	1 24·12	1 31·25	1 4·33	96·02	11·90	77·79	13·46
1 44·70	1 20·25	1 29·32	1 1·58	92·47	12·22	75·45	13·57
1 40·47	1 14·15	1 47·85	1 26·00	87·31	13·16	96·92	10·93.

Berechnung der Hülfsgrössen.

Mittel d. Uhrz. * $17^h\,39^m\,2^s$	δ' + 48° 52'·5		$\log\cos(N+\delta_0)$ 9·6963
ΔU − 3 50	δ + 48 55·8		$\log\cos\delta_0$ . . 9·8178
St. Zt. 17 35 12	$\log\cos t$. 9·3551		$\log\operatorname{tang}\delta_0$ . . 0·0593
$\alpha *$ 22 42 50	$\log\cos\varphi$. 9·8206		$\log\sin 1''$ . . 4·6856
t 18 52 22	$\log\sin t$. $9\cdot9885_n$		$\log\operatorname{tang}\delta_0\sin 1''$ 4·7449
283° 5'·5	$\log\cos\varphi\cos t$ 9·1757		$\log 2$ . . . . 0·3010
	$\log\sin\varphi$. 9·8750		$\log\sin n$ . . 9·8835
	$\log\cos N$. 9·9915		$\log\cos n$ . . $9\cdot8091_n$
	N . . . 11° 18'·1		$\log\operatorname{cotang} n$. $9\cdot9256_n$
	δ_0 . . . 48 54·1		$\log\sin(N+\delta_0)$ 9·9385
	$N+\delta_0$. 60 12·2		$\log\cos z$ . . . 9·8220

Refraction

$log \frac{\varkappa}{sin^2(N+\delta_0)}$	6·5666	$log\, 2\, cotang\, n$.	$0·2266_n$	z	48° 25′
$log(\delta'-\delta)$ . . .	$2·2923_n$	$log \frac{cos(N+\delta_0)}{cos\,\delta_0}$	9·8785	$log \frac{cotang\, n}{sin(N+\delta_0)}$.	$9·9871_n$
$log\,\Delta(\delta'-\delta)$ . . .	$8·8589_n$			$log[\quad]^2$	9·9742
	$8·9290_n$		$0·1051_n$	$log\left(1+\frac{cotang^2 n}{sin^2(N+\delta_0)}\right)$	0·2883
$log\,\Delta(\alpha'-\alpha)$.	7·8879	$log\, 15$ . . .	1·1761	$log\,\varkappa$	6·4436
					6·7319
				$log\,\mathfrak{M}$	9·6378
				$log\, f$ . . .	− 0·00023
				$log\, sin^2(N+\delta_0)$	9·8770

stündl. Bew. d. ☌ + 8s·49 + 5′ 18″·7

log st. B. (α)	0·9289	$log\, cos\,\delta$	9·81755
log 3610	3·5575	$log\, 15 f$	1·17586
log st. B. (δ)	2·5034	$log\, 15 f(1-\Delta\alpha')$ . . .	1·17484
$log\,\Delta\alpha'$	7·3714	$log\, cos\,\delta'$	9·81803
$log\,\mathfrak{M}$	9·6378	$log\, 15 f(1-\Delta\alpha')\, cos\,\delta'$.	0·99287
$log(1-\Delta\alpha')$	− 0·00102	$log\, R$	3·04845
$log\, f$	− 0·00023	$log\, 15 f\, cos\,\delta$	0·99341
log 15	1·17609	$log\,\Delta\delta'$	8·9459
		$log\, 15^2(1-\Delta\alpha')^2 cos^2\delta'$.	1·9862

Berechnung der Abstände, der Declinationsdifferenz und der Verbesserung der Rectascensionsdifferenz für eigene Bewegung.

$log\, 15 \frac{f(1-\Delta\alpha')\, cos\,\delta'}{R}$	$log \frac{1}{15}\left(\frac{\tau_a'+\tau_i'}{2}\right)$	$log \frac{1}{15}\left(\frac{\tau_a'-\tau_i'}{2}\right)$	$log\, cos\, A'$	$log\, cos\, B'$
	7·94442	7·94442		
	1·89498	1·14520	9·85912	9·99669
	1·98236	1·07555	9·72835	9·99760
	1·96600	1·08707	9·76448	9·99748
	1·94106	1·11926	9·80631	9·99707

	$log\, cos\, A'\, cos\, B'$	$log \frac{\Delta\delta'}{15^2(1-\Delta\alpha')^2 cos^2\delta}$	$log\, d'$
$log\, R$	3·04845		6·9597
	9·85581		$2·90426_n$
	9·72595		2·77440
	9·76196		2·81041
	9·80338		$2·85183_n$

$log \frac{15 f\, cos\,\delta}{R}$	$log \frac{1}{15}\left(\frac{\tau_a+\tau_i}{2}\right)$	$log \frac{1}{15}\left(\frac{\tau_a-\tau_i}{2}\right)$	$log\, cos\, A$	$log\, cos\, B$	$log\, cos\, A\, cos\, B$
	7·94496	7·94496			$log\, R$ 3·04845
	1·99515	1·02078	9·69103	9·99814	9·68917
	1·89092	1·12905	9·86229	9·99692	9·85921
	1·87766	1·14208	9·87340	9·99674	9·87014
	1·98641	1·03862	9·71646	9·99797	9·71443

d' ☌	d ✱	$d'+d$	$log(d'+d)$	$log(d'-d)$		$log[(d'+d)(d'-d)]$
					$log \frac{tang\,\delta_0\, sin\, 1''}{2}$	4·4439
−802″·16	−546″·54	−1349″	$3·1300_n$	$2·4082_n$		5·5382
+594·84	+808·46	+1403	3·1470	$2·3304_n$		$5·4784_n$
+646·27	+829·07	+1475	3·1688	$2·2625_n$		$5·4313_n$
−710·93	−579·27	−1290	$3·1106_n$	$2·1206_n$		5·2312

$d' - d$	Corr. f. Krümmung d. Par.		$\delta' - \delta$		Red. a. d. Mittel d. Zeiten	Red. a. $\frac{n+s}{2}$	Abw. v. Mittel
— 255″·62	+ 0″·96		— 254″·66		— 191″·45	— 194″·31	+ 1″·65
— 213 ·62	— 0 ·84		— 214 ·46		— 194 ·65	— 191 ·79	+ 4 ·17
— 182 ·80	— 0 ·75		— 183 ·55		— 203 ·00	— 200 ·14	— 4 ·18
— 131 ·66	+ 0 ·47		— 131 ·19		— 194 ·75	— 197 ·61	— 1 ·65
		Mittel	— 195 ·96	s	— 193 ·10	— 195 ·96	
		Refr.	— 0 ·07	n	— 198 ·82		
				$n - s$	— 5 ·72.		

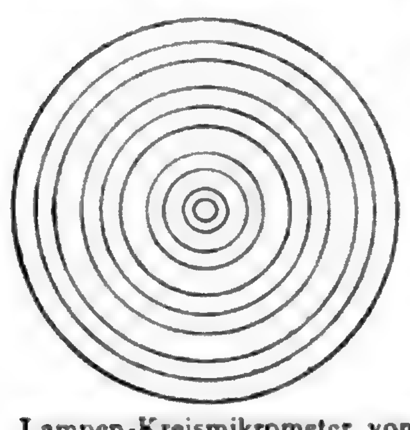
Nach dem Zonen-Catalog der Astronomischen Gesellschaft (Abtheilung Bonn) ist die Position des Vergleichsternes:

				Verwandlung d. Uhrzeit in mittlere Ortszeit
M. Aeq. 1875·0	22^h 42^m 45^s 57	+48° 55′ 24″·1		17^h 37^m 10^s 3
Praec. 1877·0—1875·0	+ 5·13	+ 37·9	ΔU	— 3 49·5
	22 42 50·70	+48 56 2·0	Sternzeit	17 33 20·8
Red. a. d. sch. Ort	— 0·56	— 11·6	St.-Zt. i. m. M.	2 18 16·5
Scheinb. Ort ✱	22 42 50·14	+48 55 50·4		15 15 4·3
☄ — ✱	— 1 51·86	— 3 16·0	Red. a. m. Zt.	— 2 29·9

Hiernach ist der Ort des Kometen

1877 April 26 15^h 12^m 34^s 4 M. Zt. Strassburg 22^h 40^m 58^s 28 + 48° 52′ 34″·4.

Es können Fälle eintreten, in denen die Beobachtung des Verschwindens und Wiedererscheinens eines Objectes am Rande des Ringmikrometers wegen seiner Form und Lichtvertheilung schwierig und unsicher wird. Es wird dies allemal da stattfinden, wo es sich um Objecte von grösserer Ausbreitung und ohne merkliche Lichtconcentration handelt. Zahlreiche Fälle dieser Art findet man unter den Kometen und unter den Nebelflecken. Man ist dann meistens darauf angewiesen, die Messung auf die scheinbare Mitte oder besser auf den scheinbaren Schwerpunkt zu beziehen, begegnet aber bei Benutzung des gewöhnlichen Ringmikrometers der Schwierigkeit, dass in Folge der Unsichtbarkeit des hinter dem Ringe liegenden Theiles die Lage jenes Punktes gerade in den entscheidenden Momenten nur unsicher beurtheilt werden kann. Um für solche Fälle die Genauigkeit der Messung zu erhöhen, construirte FRAUNHOFER[1]) das sogen. Lampen-Kreismikrometer (Fig. 291), eine planparallele Glasplatte, auf der mit flussspathsauren Dämpfen feine concentrische Kreise eingeätzt waren, welche durch seitlich auffallendes Licht in derselben Weise wie die Linien seines Netzmikrometers hell auf dunklem Grunde sichtbar gemacht wurden. Da, wie oben gezeigt worden, die genaue Messung von Declinationsdifferenzen Randsehnen, die Messung der AR.-Unterschiede aber Durchgänge in kurzem Abstand vom Mittelpunkt verlangt, so wurde eine grössere Anzahl von Kreisen auf der Platte hergestellt, um durch Beobachtung an verschiedenen Kreisen die günstigsten Bedingungen für beide Coordinaten zu gewähren. Bei dem von FRAUNHOFER für den 9-zölligen Refractor der Dorpater Sternwarte zuerst gelieferten Mikrometer



Lampen-Kreismikrometer von FRAUNHOFER.

(A. 291.)

[1]) s. Gesammelte Schriften.

dieser Art waren nicht weniger als 9 Kreise gezogen, deren Winkeldurchmesser von 2'·7 bis 24'·8 gingen; ein innerster Kreis von nur 15" Durchmesser sollte für die Bestimmung der Durchmesser der übrigen Kreise dienen. Bei der schwächsten dem Mikrometer beigegebenen Vergrösserung (73) umfasste das Gesichtsfeld sämmtliche zehn Kreise, während bei der stärksten (284) nur drei Kreise gesehen wurden. Das Lampen-Kreismikrometer hat in der ihm von FRAUNHOFER gegebenen Form keine grosse Verbreitung gefunden; erst in neuerer Zeit werden wiederum leuchtende Kreise[1]) für mikrometrische Zwecke angewandt, jedoch mit der vortheilhaften Abänderung, dass die Zahl der auf derselben Platte befindlichen Kreise eine sehr viel beschränktere ist. Die Kreise werden mit Diamant auf dünnem Glas, wie es zu Deckgläschen für mikroskopische Präparate benutzt wird, eingeritzt, und nach einer von ABBE angegebenen sinnreichen Methode, auf welche an einer anderen Stelle noch näher eingegangen wird, sichtbar gemacht.

Positionsringmikrometer.

Um bei der Auswahl der Anhaltsterne, an welche ein unbekanntes Object angeschlossen werden soll, weniger beschränkt zu sein und die Messungen allemal unter den günstigsten Bedingungen anstellen zu können, hat KOBOLD[2]) zwei Ringmikrometer zu einem Positionsringmikrometer verbunden. Auf einer planparallelen Glasplatte werden zwei Stahlringe von nahe gleichen Dimensionen neben einander und in einem gegenseitigen Abstand, welche der grössten zu messenden Declinationsdifferenz entspricht, befestigt; die Platte wird, wie gewöhnlich, vor die Feldlinse des Mikrometeroculars gesetzt und dieses in einen am Ocularende des Fernrohres sitzenden Positionskreis (s. d. beim Positionsmikrometer) eingeschraubt, welcher eine auf ganze oder halbe Minuten ablesbare Drehung um die Fernrohrachse gestattet. Stellt man nun das Mikrometer durch Drehung so, dass die Projection der Verbindungslinie der Mittelpunkte der beiden Ringe auf den Declinationskreis nahe gleich der Declinationsdifferenz der beiden Objecte ist, und beobachtet die Durchgänge einmal nahe der Mitte der Ringe und dann in der Nähe der oberen oder unteren Ränder, so erhält man aus jenen in Verbindung mit der Entfernung der beiden Mittelpunkte und dem Winkel, den die Verbindungslinie mit der Richtung der täglichen Bewegung macht, die Rectascensions-, aus diesen die Declinationsdifferenz, beide Coordinaten also in der vortheilhaftesten Weise. Den Nullpunkt des Positionskreises, d. h. die Ablesung, für welche die Verbindungslinie der beiden Mittelpunkte mit der Richtung der täglichen Bewegung zusammenfällt, ermittelt man einfach und sicher dadurch, dass man den Vergleichstern so durch das Gesichtsfeld laufen lässt, dass er in beiden Ringen in möglichst grosser und gleicher Entfernung vom Mittelpunkt durchgeht. Ergiebt dann die Reduction den Abstand in dem ersten Ringe d_1, in dem zweiten d_2 und ist g der Abstand der Kreismittelpunkte, so hat man zu der Kreisablesung noch $\Delta p = arc\,sin\,\frac{d_2 - d_1}{g}$ hinzuzufügen, um den Nullpunkt zu erhalten. Es ist hierbei vorausgesetzt, dass die Kreisablesung im Sinne der Positionswinkel (s. d.) entsprechend fortschreitet. Ist der Nullpunkt p_0 bekannt, so findet man die gesuchten Unterschiede aus den Gleichungen

$$\alpha' - \alpha = \vartheta' - \vartheta - g\,cos\,(p - p_0)\,sec\,\delta_0$$
$$\delta' - \delta = d' - d + g\,sin\,(p - p_0)$$

---

[1]) KNOPF, Beobachtungen von Kometen und kleinen Planeten auf der Grossherzoglichen Sternwarte zu Jena im Jahre 1892. Astr. Nachr. Bd. 134.

[2]) H. KOBOLD, das Positionsringmikrometer. COPERNICUS, Vol. I.

worin ϑ' und ϑ die Zeiten der Durchgänge durch die Meridiane der Mittelpunkte der Ringe, d' und d die Abstände der Sehnen von diesen Mittelpunkten bezeichnen, und für $p - p_0$ der Winkel genommen werden muss, den die Richtung von dem Ring, an welchem das Object $\alpha'\delta'$ beobachtet wird, nach dem zweiten Ring mit der West-Ostrichtung einschliesst. Der Abstand g kann, den obigen Gleichungen gemäss, aus den Coordinatenunterschieden bekannter Sterne leicht ermittelt werden, während zur Bestimmung der Radien der beiden Ringe die früher gegebenen Methoden dienen.

Differenzen-Mikrometer.

Das von BOGUSLAWSKI[1]) im Jahre 1845 unter diesem Namen angegebene Mikrometer zeichnet sich vor allen bis dahin benutzten Formen durch die denkbar grösste Einfachheit aus und besteht in einem blossen Faden oder einer geradlinigen Lamelle, welche in der Hauptbrennebene des Objectivs und möglichst nahe der optischen Achse befestigt ist und durch Drehung in beliebig verschiedene Lagen zum Declinationskreis gebracht werden kann. Die Theorie und der Gebrauch dieses Mikrometers ist leicht zu übersehen. Beobachtet man die Zeiten, wann bei ruhendem Fernrohr und irgend einer Lage des Fadens das bekannte und das zu bestimmende Object den Faden kreuzen, so gewinnt man eine Relation zwischen den Coordinatendifferenzen, dem Winkel, den der Faden mit dem Declinationskreis einschliesst und gegebenen Grössen. Da ein Positionskreis zur directen Bestimmung des Winkels nicht vorausgesetzt wird, so wird der letztere eliminirt, indem bei demselben Stand des Fernrohrs und derselben Lage des Fadens noch der Durchgang eines zweiten bekannten Sterns beobachtet wird. Die durch Elimination des Winkels gewonnene Gleichung enthält nunmehr ausser bekannten Grössen nur noch die Unterschiede der beiden Coordinaten der drei Sterne. Wiederholt man daher dieselbe Beobachtung, aber jetzt in einer anderen Lage des Fadens, so erhält man eine zweite Gleichung, aus der in Verbindung mit der ersteren die Unbekannten sich bestimmen lassen. Seien α_1, δ_1 und α_2, δ_2 die Coordinaten der bekannten Sterne, A, D die Coordinaten des zu bestimmenden Sterns, ε_1 der Winkel, den der Faden mit dem Declinationskreis in der I. Lage einschliesst, ε_2 der entsprechende Winkel in der II. Lage, ϑ_1, ϑ_2, Θ die Momente in Sternzeit, zu welchen die drei Objecte den Faden in Lage I passiren, ϑ_1', ϑ_2' und Θ' die Momente für Lage II, so hat man, wie leicht zu ersehen

$$\text{in Lage I} \quad A - \alpha_1 = \Theta - \vartheta_1 + \frac{D - \delta_1}{15 \cos \frac{D + \delta_1}{2}} \tang \varepsilon_1$$

$$\alpha_2 - \alpha_1 = \vartheta_2 - \vartheta_1 + \frac{\delta_2 - \delta_1}{15 \cos \frac{\delta_2 + \delta_1}{2}} \tang \varepsilon_1,$$

woraus nach Elimination von $\tang \varepsilon_1$:

$$A - \alpha_1 = \Theta - \vartheta_1 + [\alpha_2 - \alpha_1 - (\vartheta_2 - \vartheta_1)] \frac{D - \delta_1}{\delta_2 - \delta_1} \cdot f$$

wo der Factor

$$f = \frac{\cos \frac{\delta_2 + \delta_1}{2}}{\cos \frac{D + \delta_1}{2}}$$

[1]) Memoirs of the Royal Astronomical Society vol XV.

meist nur wenig von der Einheit verschieden sein wird und ein genäherter Werth von D zu seiner Berechnung ausreicht.

Lage II giebt analog:

$$A - \alpha_1 = \theta' - \theta_1' + [\alpha_2 - \alpha_1 - (\theta_2' - \theta_1')] \frac{D - \delta_1}{\delta_2 - \delta_1} \cdot f$$

und hieraus in Verbindung mit der vorhergehenden Gleichung:

$$D = \delta_1 + \frac{\delta_2 - \delta_1}{f} \cdot \frac{\theta - \theta_1 - (\theta' - \theta_1')}{\theta_2 - \theta_1 - (\theta_2' - \theta_1')}$$

$$A = \alpha_1 + \theta - \theta_1 + [\alpha_2 - \alpha_1 - (\theta_2 - \theta_1)] \frac{\theta - \theta_1 - (\theta' - \theta_1')}{\theta_2 - \theta_1 - (\theta_2' - \theta_1')}$$

oder auch

$$= \alpha_1 + \theta' - \theta_1' + [\alpha_2 - \alpha_1 - (\theta_2' - \theta_1')] \frac{\theta - \theta_1 - (\theta' - \theta_1')}{\theta_2 - \theta_1 - (\theta_2' - \theta_1')} .$$

Wie man leicht erkennt, wird die Bestimmung *ceteris paribus* am genauesten ausfallen, wenn man beide Coordinaten trennt und für die Rectascension den Faden oder die Lamelle nahe in den Declinationskreis stellt, für die Declination dagegen ihm eine möglichst geringe Neigung gegen die Richtung der täglichen Bewegung, bei der einen Hälfte der Durchgänge nach der einen, bei der zweiten nach der anderen Seite giebt. Dabei empfiehlt es sich, wie kaum bemerkt zu werden braucht, die beiden Vergleichsterne in nahe symmetrischer Lage zu dem zu bestimmenden Object auszuwählen. Hat letzteres eine eigene Bewegung, so kann man derselben dadurch Rechnung tragen, dass man alle beobachteten Antritte des bewegten Objectes auf ein und dieselbe Epoche θ_0 reducirt, wofür in Lage I (und entsprechend in Lage II) der Ausdruck dient:

$$\Delta\theta = (\theta - \theta_0)\left(\Delta A - \frac{f \Delta D}{\delta_2 - \delta_1} [\alpha_2 - \alpha_1 - (\theta_2 - \theta_1)]\right),$$

in welchem ΔA und ΔD die in Zeit bezw. Bogensecunden ausgedrückten Bewegungen sind, bezogen auf die bei $(\theta - \theta_0)$ gewählte Einheit.

Da die Ortsbestimmung mittels dieses Mikrometers lediglich ein Interpolationsverfahren ist, so kann von einer Berücksichtigung der Refraction ganz abgesehen werden, zumal wenn man die Messungen in Bezug auf die Stellungen des Fadens symmetrisch anordnet.

Bemerkenswerth ist noch, dass das Mikrometer auch an einem Fernrohr mit vertikaler Aufstellung benutzt werden kann. Während aber in diesem Fall die Durchgänge der drei Sterne bei unverändertem Stand des Fernrohrs beobachtet werden müssen, kann man und wird man sogar mit Vortheil bei einem parallaktisch montirten Instrument die Vergleichungen des ersten und zweiten Sterns und diejenigen des zweiten und dritten getrennt ausführen.

Der Faden oder die Lamelle unter 45°.

Das vorhergehend beschriebene Verfahren wird sehr vereinfacht, wenn das — parallaktisch aufgestellte — Fernrohr mit einem Positionskreis versehen ist, an welchem die Grösse des Winkels ε unmittelbar abgelesen werden kann. In diesem Falle genügt ein Vergleichstern, und die beiden Gleichungen zur Bestimmung des Ortes des unbekannten Objectes lauten:

$$\alpha' - \alpha = \theta' - \theta + \frac{\delta' - \delta}{15 \cos \delta_0} \tan g\, \varepsilon$$

$$\alpha' - \alpha = \theta_1' - \theta_1 + \frac{\delta' - \delta}{15 \cos \delta_0} \tan g\, \varepsilon_1 ,$$

woraus

$$\alpha' - \alpha = \frac{(\vartheta' - \vartheta)\, tang\, \varepsilon_1 - (\vartheta_1' - \vartheta_1)\, tang\, \varepsilon}{tang\, \varepsilon_1 - tang\, \varepsilon} \qquad \delta' - \delta = \frac{15\, cos\, \delta_0 [\vartheta' - \vartheta - (\vartheta_1' - \vartheta_1)]}{tang\, \varepsilon_1 - tang\, \varepsilon}.$$

Man leitet hieraus sogleich ab, dass beide Coordinaten mit derselben Genauigkeit — soweit es sich um die reinen Beobachtungsfehler in den Antritten handelt — bestimmt werden, wenn man $\varepsilon_1 = -\varepsilon = 45^\circ$ macht, in welchem Falle die letzten Gleichungen die sehr einfache Form annehmen:

$$\alpha' - \alpha = \frac{\vartheta' - \vartheta + \vartheta_1' - \vartheta_1}{2} \qquad \delta' - \delta = 15\, cos\, \delta_0 \frac{\vartheta' - \vartheta - (\vartheta_1' - \vartheta_1)}{2}$$

Allerdings ist mit diesem Werth, gegenüber der durch Trennung der beiden Coordinaten zu erreichenden günstigsten Bestimmung, ein Genauigkeitsverlust verbunden, dessen Betrag sich aus den folgenden Ausdrücken des wahrscheinlichen oder mittleren Fehlers, unter Annahme einer symmetrischen Stellung der Lamelle, d. h. für $\varepsilon_1 = 360 - \varepsilon$ entnehmen lässt:

$$r^2 [cos\, \delta(\alpha' - \alpha)] = \frac{a^2}{cos^2 \varepsilon} + b^2 cos^2 \delta \qquad r^2 (\delta' - \delta) = \frac{a^2}{sin^2 \varepsilon} + b^2 cos^2 \delta\, cotang^2 \varepsilon$$

und für $\varepsilon = \pm 45^\circ$ $r^2 [cos\, \delta(\alpha' - \alpha)] = r^2 (\delta' - \delta) = 2a^2 + b^2 cos^2 \delta$, sodass z. B. in AR. eine Zunahme von r^2 um den vollen Betrag von a^2 eintreten kann. Indessen wird praktisch der Unterschied in der Genauigkeit wegen der Nichtberücksichtigung der anderweitigen Fehlerquellen kleiner sein, als aus jenen theoretischen Ausdrücken hervorgeht, und es gebührt daher dieser von H. C. VOGEL[1]) empfohlenen Methode sowohl wegen des nahe gleichen Gewichtes beider Coordinaten, als der einfachen Rechnung, auf die sie führt, entschieden der Vorzug.

Die obigen Gleichungen reichen fast in allen Fällen der Praxis aus; es mag indessen nicht unerwähnt bleiben, dass bei grosser Declinationsdifferenz und zugleich hoher Declination die Declinationsgleichung ein übrigens leicht zu berücksichtigendes Zusatzglied erhält. Bezeichnen T und D Stundenwinkel und Declination des Drehungsmittelpunktes des Kreises, welcher mit einem Punkt der Lamelle zusammenfallend angenommen werden kann, so giebt der Antritt des einen Objectes eine Gleichung von der Form

$$15(\alpha - \vartheta + T) = (\delta - D)\, tang\, \varepsilon\, sec\, \delta + \frac{(\delta - D)^2 sin\, 1''\, sin\, D\, tang^2 \varepsilon}{2\, cos^2 \delta},$$

welche von der analogen Gleichung für den zweiten Stern subtrahirt zu der Relation führt

$$\alpha' - \alpha = \vartheta' - \vartheta + \tfrac{1}{15} [(\delta' - D)\, sec\, \delta' - (\delta - D)\, sec\, \delta]\, tang\, \varepsilon + \frac{sin\, D\, sin\, 1''}{2.15} \left(\frac{(\delta' - D)^2}{cos^2 \delta'} - \frac{(\delta - D)^2}{cos^2 \delta} \right) tang^2 \varepsilon.$$

Setzt man hierin $D = \delta_0 = \frac{\delta + \delta'}{2}$, was darauf hinauskommt, dass die beiden Sterne in Declination symmetrisch zum Mittelpunkt der Lamelle und auch des Gesichtsfeldes eingestellt werden, so werden die beiden Gleichungen für $\varepsilon_1 = -\varepsilon = 45^\circ$

$$\alpha' - \alpha = \vartheta' - \vartheta - \frac{(\delta' - \delta)}{15\, cos\, \delta_0} - \frac{\gamma}{15\, cos\, \delta_0}$$

$$\alpha' - \alpha = \vartheta_1' - \vartheta_1 + \frac{(\delta' - \delta)}{15\, cos\, \delta_0} + \frac{\gamma}{15\, cos\, \delta_0},$$

wo

[1]) Siehe Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, Bd. VIII P. KEMPF, Beobachtungen von Nebelflecken und Sternhaufen.

$$\gamma = (1 + 4\,tang^2\,\delta_0)\left(\frac{\delta' - \delta}{2}\right)^2 sin^2\,1'',$$

mithin

$$\alpha' - \alpha = \frac{\vartheta' - \vartheta + \vartheta_1' - \vartheta_1}{2} \quad \text{wie oben,}$$

dagegen

$$\delta' - \delta = 15\,cos\,\delta_0\,\frac{\vartheta' - \vartheta - (\vartheta_1' - \vartheta_1)}{2} - \gamma.$$

Für $\delta' - \delta = 10'$ erreicht γ folgende Werthe: bei $\delta_0 = 70°$ 0''·03, $\delta_0 = 75°$ 0''·04, $\delta_0 = 80°$ 0''·08, so dass es innerhalb dieser Grenzen noch vernachlässigt werden kann.

Berücksichtigung der Eigenbewegung.

Hat das zu bestimmende Object eine eigene Bewegung, so erhalten die nach den obigen Ausdrücken berechneten Unterschiede die Incremente

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{\Delta\delta'}{15}\,sec\,\delta_0\,\frac{\vartheta_1' - \vartheta'}{2}$$

$$\Delta(\delta' - \delta) = 15\,\Delta\alpha'\,cos\,\delta_0\,\frac{\vartheta_1' - \vartheta'}{2},$$

wo $\Delta\alpha'$ (in Zeit-) und $\Delta\delta'$ (in Bogensecunden) die Aenderungen der Eigenbewegung in der dem Factor $\frac{\vartheta_1' - \vartheta'}{2}$ zu Grunde liegenden Zeiteinheit sind und die hiernach verbesserten Coordinaten für das Mittel der Zeiten: $\frac{\vartheta_1' + \vartheta'}{2}$ gelten.

Einfluss der Refraction.

Die Einwirkung der Refraction ist eine verschiedene, je nachdem die Lamelle mit der scheinbaren, d. h. der durch die Strahlenbrechung afficirten Richtung der täglichen Bewegung, oder mit der wahren Richtung derselben den Winkel von $\pm 45°$ einschliesst. Indem wir in dieser Hinsicht auf den bezüglichen Abschnitt beim Positionsmikrometer verweisen, setzen wir hier zunächst voraus, dass die Lamelle oder der Faden nach **dem wahren Parallel** orientirt d. h. gegen den durch das Drehungscentrum gehenden Declinationskreis um $\pm 45°$ geneigt sei.

Sind wiederum α', δ', α, δ, die wahren, $\alpha' + \frac{p'}{15}$, $\delta' + q'$, $\alpha + \frac{p}{15}$, $\delta + q$ die mit Strahlenbrechung behafteten Oerter, so ergeben die Beobachtungen unmittelbar die beiden folgenden Gleichungen:

$$\alpha' + \frac{p'}{15} - \left(\alpha + \frac{p}{15}\right) = \vartheta' - \vartheta - \tfrac{1}{15}[\delta' + q' - (\delta + q)]\,sec\left(\delta_0 + \frac{q' + q}{2}\right) \quad \text{Lage I}$$

$$\alpha' + \frac{p_1'}{15} - \left(\alpha + \frac{p_1}{15}\right) = \vartheta_1' - \vartheta_1 + \tfrac{1}{15}[\delta' + q_1' - (\delta + q_1)]\,sec\left(\delta_0 + \frac{q_1' + q_1}{2}\right). \quad \text{Lage II.}$$

An die ohne Rücksicht auf Strahlenbrechung berechneten Werthe $\alpha' - \alpha$ und $\delta' - \delta$ hat man folglich die Verbesserungen anzubringen:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = -\frac{1}{2.15}(p' - p + p_1' - p_1) - \frac{1}{2.15}[q' - q - (q_1' - q_1)]\,sec\,\delta_0$$
$$- \frac{1}{2.15}\left(\frac{q' + q}{2} - \frac{q_1' + q_1}{2}\right) tang\,\delta_0\,sec\,\delta_0\,(\delta' - \delta)$$

$$\Delta(\delta'-\delta) = -\tfrac{1}{2}[p'-p-(p_1'-p_1)]\cos\delta_0 - \tfrac{1}{2}(q'-q+q_1'-q_1)$$
$$-\tfrac{1}{2}\left(\frac{q'+q}{2}+\frac{q_1'+q_1}{2}\right)\operatorname{tang}\delta_0(\delta'-\delta).$$

Hier sind p und q die jedesmaligen Refractionen im Augenblicke des Antrittes des Objectes an die Lamelle, mithin Functionen der Declination und des Stundenwinkels, so dass man setzen kann:

$$p'-p = \frac{dp}{d\delta}(\delta'-\delta) + \frac{dp}{dt}(t'-t)$$
$$q'-q = \frac{dq}{d\delta}(\delta'-\delta) + \frac{dq}{dt}(t'-t)$$

und ebenso für die zweite Lage. Berücksichtigt man nun, dass bei

$$\text{Lage I} \quad t'-t = (\delta'-\delta)\sec\delta$$
$$\text{Lage II} \quad t_1'-t_1 = -(\delta'-\delta)\sec\delta$$

so erhält man leicht

$$p'-p = -\varkappa\left\{\frac{\operatorname{cotang} n\cos(N+2\delta_0)}{\sin^2(N+\delta_0)\cos^2\delta_0} - \frac{\operatorname{cotang}^2 n}{\sin^2(N+\delta_0)\cos\delta_0} - \frac{\sin N}{\sin(N+\delta_0)\cos^2\delta_0}\right\}(\delta'-\delta)$$

$$q'-q = -\varkappa\left\{\frac{1}{\sin^2(N+\delta_0)} - \frac{\operatorname{cotang} n\cos N}{\sin^2(N+\delta_0)\cos\delta_0}\right\}(\delta'-\delta)$$

$$p_1'-p_1 = -\varkappa\left\{\frac{\operatorname{cotang} n_1\cos(N_1+2\delta_0)}{\sin^2(N_1+\delta_0)\cos^2\delta_0} + \frac{\operatorname{cotang}^2 n_1}{\sin^2(N_1+\delta_0)\cos\delta_0} + \frac{\sin N_1}{\sin(N_1+\delta_0)\cos^2\delta_0}\right\}(\delta'-\delta)$$

$$q_1'-q_1 = -\varkappa\left\{\frac{1}{\sin^2(N_1+\delta_0)} + \frac{\operatorname{cotang} n_1\cos N_1}{\sin^2(N_1+\delta_0)\cos\delta_0}\right\}(\delta'-\delta),$$

wo die Grössen n und N in jeder Lage mit den mittleren Stundenwinkeln zu berechnen sind. Hiermit ergiebt sich nach einigen Reductionen:

$$\Delta(\alpha'-\alpha) = -\varkappa\left(\frac{\operatorname{cotang} n}{\sin(N+\delta_0)} + \frac{\operatorname{cotang} n_1}{\sin(N_1+\delta_0)}\right)\operatorname{tang}\delta_0\sec\delta_0\,\frac{\delta'-\delta}{15}$$
$$+\frac{\varkappa}{2}\left(\frac{\cos N\cos(N+\delta_0)}{\sin^2(N+\delta_0)} - \frac{\cos N_1\cos(N_1+\delta_0)}{\sin^2(N_1+\delta_0)}\right)\sec^2\delta_0\,\frac{\delta'-\delta}{15}$$
$$-\frac{\varkappa}{2}\left(\frac{\operatorname{cotang}^2 n}{\sin^2(N+\delta_0)} - \frac{\operatorname{cotang}^2 n_1}{\sin^2(N_1+\delta_0)}\right)\sec\delta_0\,\frac{\delta'-\delta}{15}$$
$$-\frac{\varkappa}{2}\left(\operatorname{cotang}(N+\delta_0) - \operatorname{cotang}(N_1+\delta_0)\right)\operatorname{tang}\delta_0\sec\delta_0\,\frac{\delta'-\delta}{15}$$

$$\Delta(\delta'-\delta) = \frac{\varkappa}{2}\left(\frac{\cos(N+\delta_0)\cos N}{\sin^2(N+\delta_0)} + \frac{\cos(N_1+\delta_0)\cos N_1}{\sin^2(N_1+\delta_0)}\right)\sec\delta_0(\delta'-\delta)$$
$$-\frac{\varkappa}{2}\left(\frac{\operatorname{cotang}^2 n}{\sin^2(N+\delta_0)} + \frac{\operatorname{cotang}^2 n_1}{\sin^2(N_1+\delta_0)}\right)(\delta'-\delta)$$
$$-\frac{\varkappa}{2}\left(\operatorname{cotang}(N+\delta_0) + \operatorname{cotang}(N_1+\delta_0)\right)\operatorname{tang}\delta_0(\delta'-\delta)$$
$$-\varkappa\left(\frac{\operatorname{cotang} n}{\sin(N+\delta_0)} - \frac{\operatorname{cotang} n_1}{\sin(N_1+\delta_0)}\right)\operatorname{tang}\delta_0(\delta'-\delta).$$

Man wird selten genöthigt sein, diese vollständigen und weitläufigen Ausdrücke anzuwenden; ist die Zenitdistanz nicht sehr gross und die Zwischenzeit zwischen den beiden Lagen nicht gar zu beträchtlich, so lassen sich dieselben bedeutend vereinfachen; aber auch bei grösseren Zwischenzeiten wird man mit den nachfolgenden genäherten Ausdrücken auskommen, wenn man die Beobachtungen auf beide Lagen symmetrisch vertheilt, also z. B. in der Reihenfolge I II II I beobachtet. Unter diesen Voraussetzungen werden in dem Ausdruck

für $\Delta(\alpha' - \alpha)$ die drei letzten Glieder, in demjenigen für $\Delta(\delta' - \delta)$ das letzte Glied übergangen werden dürfen und man wird einfach setzen können:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = -\frac{2\varkappa\, cotang\, n}{15\, sin(N + \delta_0)}\, tang\, \delta_0\, sec\, \delta_0 (\delta' - \delta)$$

$$\Delta(\delta' - \delta) = \varkappa\left(\frac{cos(N + \delta_0) cos N\, sec\, \delta_0}{sin^2(N + \delta_0)} - \frac{cotang^2 n}{sin^2(N + \delta_0)} - cotang(N + \delta_0)\, tang\, \delta_0\right)(\delta' - \delta)$$

$$= \varkappa\left(cotang^2(N + \delta_0) - \frac{cotang^2 n}{sin^2(N + \delta_0)}\right)(\delta' - \delta).$$

Der letzte Ausdruck setzt voraus, dass bei der Berechnung von $(\delta' - \delta)$ für δ_0 das Mittel der wahren Declinationen genommen ist; wendet man dagegen die scheinbaren mit Strahlenbrechung behafteten Declinationen an, so fällt, wie aus der obigen Entwicklung leicht ersichtlich ist, das Glied $cotang(N + \delta_0)\, tang\, \delta_0$ weg, und es wird in diesem Falle

$$\Delta(\delta' - \delta) = \varkappa\left(\frac{cos(N + \delta_0) cos N\, sec\, \delta_0}{sin^2(N + \delta_0)} - \frac{cotang^2 n}{sin^2(N + \delta_0)}\right)(\delta' - \delta).$$

Ist die Lamelle nach dem scheinbaren Parallel orientirt, so kann man diesen Fall auf den vorigen zurückführen, indem man in den ursprünglichen Gleichungen an Stelle von ε und ε_1 $-45° + \Delta P$ und $+45° + \Delta P$ einführt, wo ΔP die Abweichung des scheinbaren Parallels vom wahren, gezählt von Ost durch Süd, bezeichnet. Die ursprünglichen Gleichungen würden also, mit Rücksicht auf die Kleinheit von ΔP, lauten:

$$\alpha' - \alpha = \theta' - \theta - \frac{(\delta' - \delta)}{15}\, sec\, \delta_0 (1 - 2\Delta P)$$

$$\alpha' - \alpha = \theta_1' - \theta_1 + \frac{(\delta' - \delta)}{15}\, sec\, \delta_0 (1 + 2\Delta P),$$

woraus hervorgeht, dass der in gewöhnlicher Weise berechnete und von Strahlenbrechung befreite AR.-Unterschied noch die Correction erhält:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{2}{15}\, sec\, \delta_0\, \Delta P (\delta' - \delta).$$

Setzt man hierin den Werth[1] $\Delta P = \frac{\varkappa\, cotang\, n\, cos\, N}{sin^2(N + \delta) cos\, \delta}$ ein und vereinigt man dieses Glied mit den übrigen bei Orientirung nach dem wahren Parallel gefundenen Gliedern, so wird jetzt die Gesammtcorrection:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{2\varkappa\, cotang\, n\, cos(N + \delta_0)}{15\, sin^2(N + \delta_0)\, cos\, \delta_0}(\delta' - \delta);$$

die Correction der Declination ist in beiden Fällen die gleiche.

Das Mikrometer unter 45° wird, ebenso wie die hier beschriebenen Netz- und Kreismikrometer, vorzugsweise da mit Vortheil angewandt, wo es sich um die Ortsbestimmung schwacher Objecte, wie kleiner Planeten, Kometen, Nebelflecken handelt, welche eine künstliche Beleuchtung des Gesichtsfeldes nicht ertragen. Die Lamelle muss daher, gleichwie der Ring des Kreismikrometers, hinreichend breit sein, damit sie sich von dem dunklen Himmelsgrund deutlich abhebt und zugleich die beiden Beobachtungsmomente, das Verschwinden oder der Eintritt und das Wiedererscheinen oder der Austritt nicht zu rasch auf einander folgen. Sind die Objecte oder eines derselben sehr schwach, so em-

[1] Siehe den Abschnitt Positionsmikrometer.

pfiehlt es sich nach den Erfahrungen des Verf., statt einer einfachen Lamelle eine Doppellamelle oder ein Paar von Metalldrähten anzuwenden, die einen der Helligkeit und insbesondere dem Aussehen des Objectes angepassten gegenseitigen Abstand haben, und die Durchgangszeiten durch die (ideale) Mittellinie zu beobachten. Es lässt sich leicht eine Einrichtung treffen, durch welche der Abstand der beiden Lamellen innerhalb gewisser Grenzen variirt werden kann, während die Mittellinie in oder in der Nähe der optischen Achse verbleibt.

Um dem Mikrometer seine richtige Lage zu geben, lässt man einen Stern der Kante der Lamelle entlang laufen und ändert ihre Richtung so lange, bis sie genau parallel dem Wege des Sterns oder, bei grösseren Abständen vom Aequator, bis das Sternbildchen in gleichen Abständen von der Mitte von der Kante halbirt wird. (Vergleiche hierüber die »Bestimmung des Parallels« im Kapitel: Messungen mit dem Fadenmikrometer.) Macht man diese Bestimmung in der Nähe des Meridians, so erhält man, weil dort der scheinbare Parallel mit dem wahren zusammenfällt, die Richtung des wahren Parallels, welche auch für jede andere Lage des Fernrohrs gültig bleibt, wenn die Fehler des Instruments und seiner Aufstellung hinreichend klein sind; wird dagegen der Parallel an dem Orte des zu bestimmenden Objectes ermittelt, so ist er der scheinbare Parallel und weicht von dem wahren Parallel um den Betrag ΔP ab. Dreht man hierauf das Mikrometer um $\pm 45°$, so erhält man die für die Beobachtung verlangte Lage, sei es in Bezug auf die wahre oder scheinbare Richtung der täglichen Bewegung. Uebrigens empfiehlt es sich bei Anwendung einer Lamelle und Beobachtung sowohl des Ein- als des Austritts, den Parallel an beiden Rändern zu bestimmen und das Mittel der Ablesungen am Positionskreis einzustellen, um von dem Einfluss eines etwaigen kleinen Winkels zwischen den Kanten der Lamelle unabhängig zu werden.

Beispiel. 1889 April 9. Beobachtung des Kometen 1889 III am grossen Refractor der Sternwarte Strassburg. Metallfaden unter 45°. Vergr. 154 (Registrirt). Beob.: Becker.

☄ nördlich von $*7^m{\cdot}7$ ($5^h\,15^m\,17^s + 15°\,44'{\cdot}3$ *K*).

Der scheinbare Parallel ergab sich aus dem Vergleichstern 357° 34'·7.

	Lage I 42° 34'·7 ☄	*	☄ — *	Lage II 312° 34'·7 ☄	*	☄ — *
	$9^h\,48^m\,4^s{\cdot}09$	$48^m\,20^s{\cdot}29$	$-0^m\,16^s{\cdot}20$	$10^h\,5^m\,16^s{\cdot}38$	$6^m\,11^s{\cdot}57$	$-0^m\,55^s{\cdot}19$
	48 47·40	49 3·89	16·49	6 36·41	7 31·55	55·14
	49 39·79	49 56·13	16·34	7 57·05	8 52·02	54·97
	50 25·07	50 41·09	16·02	9 22·10	10 17·31	55·21
	51 1·06	51 17·54	16·48	10 39·97	11 34·71	54·74
	51 34·33	51 50·80	16·47	12 25·51	13 20·64	55·13
	52 9·15	52 25·71	16·56	13 46·21	14 41·51	55·30
	52 51·51	53 8·00	16·49	15 9·11	16 4·45	55·34
	53 48·21	54 4·31	16·10	16 29·36	17 24·73	55·37
	54 43·61	54 59·95	16·34	17 51·50	18 46·55	55·05
	55 36·91	55 53·70	16·79	19 31·79	20 27·50	55·71
	56 13·53	56 29·61	16·08	21 13·41	22 8·40	54·99
Mittel	9 52 4·55		Mittel — 0 16·36	22 47·00	23 42·70	55·70
ΔU	+ 5 38·7			Mittel 10 13 46·6		Mittel — 0 55·22
Sternzeit	9 57 43·2		Diff. g. L. I	+ 21 42·1		
Stzt. i. m. M.	1 11 35·8		Red. a. M. Zt.	— 3·6		
Diff.	8 46 7·4					
Red. a. M. Zt. —	1 26·2.					

Man hat folglich

			☄ — ∗			
	$8^h\ 44^m\ 41^s{\cdot}2$	M. Zt. Str.	Lage I	$-16^s{\cdot}36$	δ	$+15°\ 44'{\cdot}3$
	9 6 19·7	„ „ „	Lage II	−55·22	δ'	+ 15 48·7
Mittel	8 55 30·4	„ „ „	$\alpha' - \alpha$	−35·79	δ_0	+ 15 46·5
½ Diff.	10 49·2		½ (I — II)	+19·43		
	10·82		*log* „	1·28847		
	$0^h{\cdot}1803$		*log* 15	1·17609		
				2·46456		
			$\cos\delta_0$	9·98333		
			$\delta' - \delta$	$+280''{\cdot}47.$		

Die eigene Bewegung des Kometen in 1^h m. Zt. betrug $-1^s{\cdot}56$ $-5''{\cdot}6$, woraus

$15\,\Delta\alpha = -23{\cdot}4 \qquad \frac{\Delta\delta}{15} = -0{\cdot}373$

$\log\frac{\Delta\delta}{15}$	$9{\cdot}5717_n$	$\log\frac{\Delta\delta}{15}\sec\delta_0$	$9{\cdot}5884_n$	Corr. $(\alpha' - \alpha)$	$-0^s{\cdot}07$
$\log\cos\delta_0$	9·9833	$\log\frac{\theta_1' - \theta'}{2}$	9·2560	Corr. $(\delta' - \delta)$	$-4''{\cdot}06$
$\log 15\,\Delta\alpha$	$1{\cdot}3692_n$	$\log 15\,\Delta\alpha\cos\delta_0$	$1{\cdot}3525_n$		

Refraction:

St.-Zt.	$10^h\ 9^m$	$\log\frac{15}{2}$	0·875
α	5 15	$\log\cos\delta_0$	9·983
t	4 54	$\log\frac{\text{cotang}\,n}{\sin(N+\delta_0)}$	0·217
δ_0	+15 47	$\log\text{cotang}(N+\delta_0)$	0·241
N	+14 5		0·458
$N + \delta_0$	+29 52	$\log\frac{15}{2}\cos\delta_0$	0·858
$\log\sin n$	9·888	$\log\text{cotang}^2(N+\delta_0)$	0·482
$\log\text{cotang}\,n$	9·914	$\log\frac{\text{cotang}^2 n}{\sin^2(N+\delta_0)}$	0·434
$\log\sin(N+\delta_0)$	9·697	G. L.	−0·980
$\log\cos z$	9·585		9·600
z	67°·4	$\log\varkappa(\delta' - \delta)$	8·878
$\log\varkappa$	6·436		9·502
$\log(\delta' - \delta)$	2·442	$\Delta(\alpha' - \alpha)$	$+0^s{\cdot}03$
		$\Delta(\delta' - \delta)$	$+0''{\cdot}02$

Nach dem Cat. A. G. Berlin *A* ist der Ort des Vergleichsternes

M. A. 1875·0	$5^h\ 14^m\ 28^s{\cdot}85$	$+15°\ 43'\ 19''{\cdot}5$
Praec. 1889·0—1875·0	+48·18	+54·9
M. A. 1889·0	5 15 17·03	+15 44 14·4
Red. a. sch. Ort	−0·96	−5·4
Sch. Ort ∗	5 15 16·07	+15 44 9·0
☄ — ∗	−35·79	+ 4 40·47
Corr. f. E. B.	— 0·07	— 4·06
Corr. f. Refr.	+ 0·03	+ 0·02

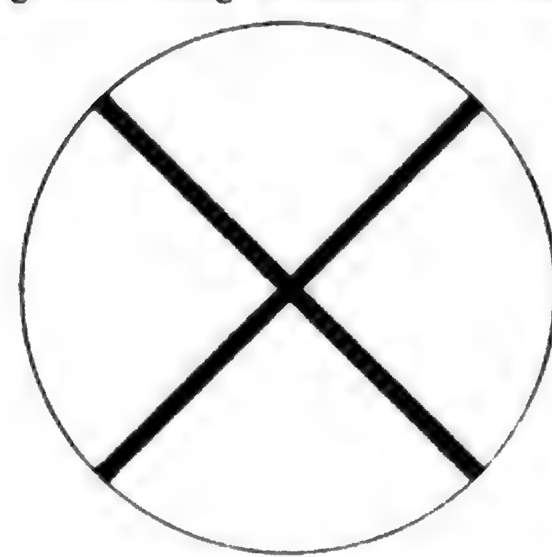
Hieraus folgt der Ort des Kometen

1889 April 9 $8^h\ 55^m\ 30^s{\cdot}4$ M. Zt. Strassburg $5^h\ 14^m\ 40^s{\cdot}24$ $+15°\ 48'\ 45''{\cdot}4$.

Bem. Komet klein, matt, nach der Mitte verdichtet, wegen hellen Himmelsgrundes besonders zuletzt schwierig zu beobachten.

Kreuzstabmikrometer — *Cross-Reticule.*

Anstatt der Lamelle nach einander die beiden Lagen unter 45° zu geben, kann man durch Anwendung zweier Lamellen oder eines Kreuzes dieselben gleichzeitig herstellen und erhält dann das in neuerer Zeit vielfach benutzte Kreuzstabmikrometer[1]) (Fig. 292). Dasselbe ist im Grunde nichts anderes, als das alte CASSINI'sche Netz, an welchem die zur Orientirung und zur Bestimmung des Fehlers der Orientirung dienenden Fäden weggelassen sind; es verlangt daher ein parallaktisch montirtes Fernrohr, ein Positionskreis ist nicht unumgänglich nothwendig, erleichtert aber den Gebrauch.



Kreuzstabmikrometer.
(A. 292.)

Die nach dem Vorigen leicht abzuleitenden Reductionsformeln lauten, wenn die Zeiten des Antritts an die Lamellen in ihrer Aufeinanderfolge mit ϑ_1, ϑ_2, bezw. ϑ_1', ϑ_2' und die Declination des Kreuzungspunktes mit D bezeichnet werden:

$$\alpha' - \alpha = \frac{\vartheta_1' + \vartheta_2'}{2} - \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2}$$

$$\delta' - \delta = \pm \tau' \cos\delta' \mp \tau\cos\delta - 2\frac{\sin D}{\sin 1''}\left(\cos\delta'\sin^2\tfrac{1}{2}\tau' - \cos\delta\sin^2\tfrac{1}{2}\tau\right),$$

wo die $\left.\begin{matrix}\text{oberen}\\ \text{„ „ unteren}\end{matrix}\right\}$ Zeichen sich auf einen $\left.\begin{matrix}\text{nördlichen}\\ \text{südlichen}\end{matrix}\right\}$ Durchgang beziehen und, wie früher

$$\tau = 15\,\frac{\vartheta_2 - \vartheta_1}{2} \qquad \tau' = 15\,\frac{\vartheta_2' - \vartheta_1'}{2}$$

gesetzt sind.

Es empfiehlt sich, die Sterne symmetrisch zum Centrum durchgehen zu lassen, bei sehr kleinen Declinations-Differenzen dagegen die Durchgänge auf beide Seiten des Centrums zu vertheilen. Die letzte Gleichung kann dann vortheilhafter so geschrieben werden:

$$\delta' - \delta = \pm \tau'\cos\delta' \mp \tau\cos\delta + \frac{\sin\delta_0\cos\delta_0}{2}(\tau + \tau')(\tau - \tau')\sin 1''.$$

Einfluss eines Fehlers in dem Winkel der Lamellen.

Beträgt der Winkel der beiden Lamellen statt 90° $90° + i$, wo i eine kleine Grösse ist, deren zweite und höhere Potenzen vernachlässigt werden können, so ist, abgesehen von dem Correctionsglied, $\delta - D = \pm\dfrac{\tau\cos\delta}{tang\,(45 + \frac{1}{2}i)}$ oder die an die Declinations-Differenz anzubringende Correction:

$$\Delta(\delta' - \delta) = -(\delta' - \delta)\,i\sin 1',$$

wenn i in Minuten ausgedrückt ist.

Der Einfluss dieses Fehlers wird daher eliminirt, wenn man die Beobachtungen wiederholt, nachdem man das Mikrometer um 90° gedreht hat; denn wenn der eine Winkel um i zu gross ist, ist der Nebenwinkel um denselben Betrag zu klein.

---

[1]) W. FABRITIUS, Ueber das Kreuzstabmikrometer. Astr. Nachr. Bd. 129. — G. L. TUPMAN, On the Cross Reticule. M. N. XLVIII. Siehe auch KEMPF, a. a. O., pag. 4.

Einfluss des Orientirungsfehlers.

Fällt die Halbirungslinie des Winkels nicht mit dem centralen Declinationskreis zusammen, sondern macht mit demselben einen Winkel p (gezählt in der Richtung der Positionswinkel und ausgedrückt in Bogenminuten), so bedarf die gemessene A.R.-Differenz der Correction $\Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{2}{15}(\delta' - \delta) \sec \delta_0 \, p \sin 1'$, während bei der hier vorausgesetzten Kleinheit von p die Declinationsdifferenz als richtig betrachtet werden kann. Mittelst dieses Ausdrucks wird man in solchen Fällen, wo ein Positionskreis zu genauer Orientirung nicht vorhanden ist, aus Sternen von bekannter gegenseitiger Lage und möglichst grossem Declinationsunterschied den Fehler der Orientirung bestimmen können.

Eigene Bewegung.

Das Objekt $\alpha'\delta'$ habe eine eigene Bewegung von $\Delta\alpha'$ Zeit- und $\Delta\delta'$ Bogensecunden entsprechend einer Secunde Sternzeit; man erhält dann die für $\frac{\vartheta_1' + \vartheta_2'}{2}$ gültigen Coordinaten nach Anbringung der Correctionen:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \mp \frac{\tau' \sec \delta' \Delta \delta'}{225}$$

$$\Delta(\delta' - \delta) = \mp \tau' \cos \delta' \Delta \alpha'.$$

wo das obere Zeichen für nördliche, das untere für südliche Durchgänge gilt. Uebrigens kann der Einfluss der Bewegung in A.R. auch in derselben Weise wie bei dem Kreismikrometer berücksichtigt werden.

Einwirkung der Strahlenbrechung.

Unter der Annahme, dass das Mikrometer nach dem wahren Parallel orientirt ist, ergeben sich die wegen Strahlenbrechung erforderlichen Verbesserungen:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = -\frac{2\varkappa \, cotang \, n \, tang \, \delta_0 \sec \delta_0}{15 \sin(N + \delta_0)} (\delta' - \delta)$$

$$\Delta(\delta' - \delta) = \varkappa\left(cotang^2(N + \delta_0) - \frac{cotang^2 n}{\sin^2(N + \delta_0)}\right)(\delta' - \delta)$$

oder

$$\Delta(\delta' - \delta) = \varkappa\left(\frac{\cos N \cos(N + \delta_0)}{\sin^2(N + \delta_0) \cos \delta_0} - \frac{cotang^2 n}{\sin^2(N + \delta_0)}\right)(\delta' - \delta),$$

je nachdem die Declinationsdifferenz mit den wahren oder scheinbaren Declinationen berechnet ist. Ist das Mikrometer nach dem scheinbaren Parallel gerichtet, so wird die Verbesserung des A.R.-Unterschiedes:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{2\varkappa \, cotang \, n \cos(N + \delta_0)}{15 \sin^2(N + \delta_0) \cos \delta_0} (\delta' - \delta).$$

Das folgende Beispiel bezieht sich auf ein Doppelkreuzstabmikrometer, welches zum Unterschiede von dem einfachen Kreuzstabmikrometer aus vier (Stahl-) Lamellen besteht, die je ein Paar kreuzweise und dem anderen parallel angeordnet sind. Das Mikrometer erhält dadurch dasselbe Aussehen, wie das in Fig. 293 dargestellte Square bar-Mikrometer, ist aber nicht an die Voraussetzung gebunden, dass die Lamellen ein genaues Quadrat einschliessen. Die Reduction ist dieselbe, wie für das einfache Mikrometer, wird aber am einfachsten zusammen für beide Kreuze ausgeführt.

Beobachtung des Kometen Gale 1894 Mai 8 am 6-zölligen Refractor der Sternwarte in Karlsruhe. Beobachter Ristenpart.

☄ nördlich von ✱ $8^m.7$ B. D. $+10°$ 1954

(Mikrometer nach dem wahren Parallel orientirt).

Die Momente des Verschwindens und Wiedererscheinens an den vier Lamellen waren für den ersten Durchgang:

☄		Mittel	✱		Mittel
12h 38m 31s.03	36s.58	38m 33s.80	12h 39m 3s.63	10s.73	39m 7s.18
38 53.73	59.73	38 56.73	39 24.92	32.52	39 28.72
39 5.26	12.37	39 8.81	39 35.28	42.56	39 38.92
39 27.81	35.28	39 31.54	39 58.31	65.68	40 1.99
	Mittel	39 2.72		Mittel	39 34.20

In derselben Weise wurden noch drei Durchgänge beobachtet und hierauf die Beobachtungen nach Drehung des Mikrometers (mittelst des Positionskreises) um 90° wiederholt.

Diese acht Durchgänge ergaben der Reihe nach

	Durchgangszeit des ☄ durch den Stundenkreis der Mitte	des ✱	(α' — α)
Lage I	12h 39m 2s.72	12h 39m 34s.20	—0m 31s.48
	41 12.64	41 43.37	30.73
	43 7.94	43 38.06	30.12
	45 7.05	45 36.37	29.32
Lage II	13 3 39.57	13 4 2.78	23.21
	5 35.24	5 57.42	22.18
	7 37.00	7 58.46	21.46
	9 36.36	9 56.73	20.37
Mittel	12 54 22.3		—0 26.109.

Die Zwischenzeiten zwischen den Durchgängen durch die Lamellen der beiden Kreuze (1. u. 3., bezw. 2. u. 4. Lamelle) sind:

	Lage I ☄ (nördlich)		Lage I ✱ (südlich)		Lage II ☄ (nördlich)		Lage II ✱ (südlich)
	35s.01		31s.74		34s.52		57s.28
	34.81		33.27		35.38		55.82
	38.73		32.28		35.75		57.06
	36.92		33.40		37.46		56.01
	40.26		32.20		37.81		57.32
	38.58		33.97		40.76		55.73
	42.73		32.29		40.55		57.63
	40.71		33.55		42.15		56.07
Mittel	38.469		32.837		38.048		56.815
log	1.58511		1.51636		1.58033		1.75446
log $\frac{15}{2}$	0.87506		0.87506		0.87506		0.87506
log τ'	2.46017	*log* τ	2.39142	*log* τ'	2.45539	*log* τ	2.62952
log cos δ'	9.99270	*log cos* δ	9.99293	*log cos* δ'	9.99270	*log cos* δ	9.99293
log τ' *cos* δ'	2.45287	*log* τ *cos* δ	2.38435	*log* τ' *cos* δ'	2.44809	*log* τ *cos* δ	2.62245
τ' *cos* δ'	283''.71	τ *cos* δ	242''.30	τ' *cos* δ'	280''.60	τ *cos* δ	419.23
(δ' — δ)		526''.01			699''.83		

Mittel 612''.92.

Die Correction für Krümmung des Parallels kann, wie ein Ueberschlag zeigt, übergangen werden, dagegen müssen die gefundenen Unterschiede (α' — α) und (δ' — δ) noch für Eigenbewegung und Refraction verbessert werden. Die eigene

Bewegung des Kometen in 1^s Sternzeit betrug nach der Ephemeride $+ 0^s \cdot 00586$ bezw. $+ 0'' \cdot 1214$. Man hat daher

$\log \tau'$	2·4578	
$\log \cos \delta'$	9·9927	
$\log \Delta \delta'$	9·0842	
$\log 225$	2·3522	
$\log \tau' \sec \delta'$	2·4651	$\Delta(\alpha' - \alpha) - 0^s \cdot 157$
$\log \frac{\Delta \delta'}{225}$	6·7320	
$\log \tau' \cos \delta'$	2·4505	
$\log \Delta \alpha'$	7·7679	$\Delta(\delta' - \delta) - 1'' \cdot 65.$

Bei der Berechnung des Einflusses der Strahlenbrechung ist der erste pag. 101 gegebene Ausdruck für $\Delta(\delta' - \delta)$ zu benutzen, weil bei der Reduction die wahren Declinationen benutzt worden sind:

Uhrzeit	$12^h\ 54^m\ 22^s \cdot 3$	Sternzeit	$12^h\ 53^m\ 2^s$
Correction der Uhr	− 1 20·5	α'	9 6 30
Sternzeit Karlsruhe	12 53 1·8	St. W.	3 46 32
St.-Zt. i. m. M.	3 5 6·4		
Diff.	9 47 55·4		
Red. auf mittl. Zt.	− 1 36·3		
	9 46 19·1.		

δ'	+ 10° 28′	$\log \frac{cotang\, n}{\sin(N + \delta_0)}$	0·047
δ	+ 10 18	$\log \frac{3}{15} \tang \delta_0 \sec \delta_0$	8·395
δ_0	+ 10 23	$\log cotang^2 (N + \delta_0)$	0·280
N	+ 25 33	$\log \frac{cotang^2 n}{\sin^2(N + \delta_0)}$	0·094
$N + \delta_0$	+ 35 56	G. L.	−0·458
$\log \tang \delta_0$	9·263		8·442
$\log \cos \delta_0$	9·993	$\log \varkappa(\delta' - \delta)$	9·227
$\log \tang \delta_0 \sec \delta_0$	9·270		9·822
$\log \frac{15}{2}$	0·875	$\Delta(\alpha' - \alpha)$	$-0^s \cdot 005$
$\log \sin n$	9·923	$\Delta(\delta' - \delta)$	$+0'' \cdot 11$
$\log \sin (N + \delta_0)$	9·769		
$\log cotang\, n$	9·816		
$\log cotang (N + \delta_0)$	0·140		
$\log \cos z$	9·692		
z	60° 30′		
$\log \varkappa$	6·440		
$\log (\delta' - \delta)$	2·787		

Nach den Zonenbeobachtungen der A. G. (Leipzig) ist die Position des ✱:

M. A. 1875·0	$9^h\ 5^m\ 53^s \cdot 32$	$+ 10°\ 22'\ 54'' \cdot 3$
Praec. 1894·0—1875·0	+ 1 1·56	− 4 36·83
M. A. 1894·0	9 6 54·88	+ 10 18 17·47
Red. a. scheinb. Ort	+ 0·89	+ 0·24
Sch. Ort ✱	9 6 55·77	+ 10 18 17·7
☄ − ✱	− 26·109	+ 10 12·92
Corr. f. E. B.	− 0·157	− 1·65
Corr. f. Refr.	− 0·005	+ 0·11

folglich Ort des Kometen

1894 Mai 8 $9^h\ 46^m\ 19^s \cdot 1$ M. Z. Karlsruhe $9^h\ 6^m\ 29^s \cdot 50$ $+ 10°\ 28'\ 29'' \cdot 1$.

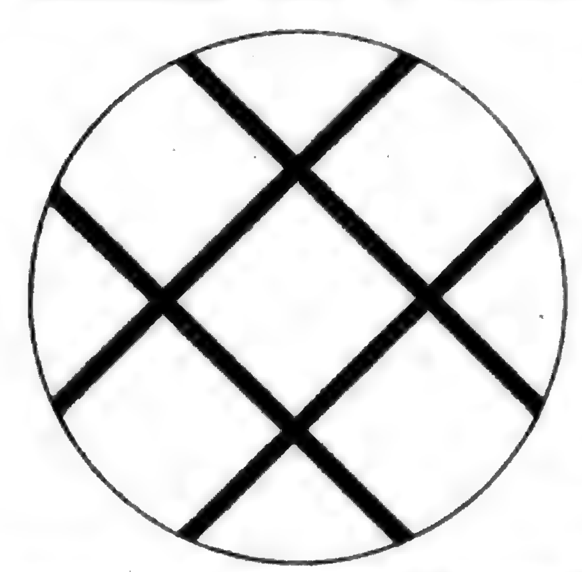
Aus den in beiden Lagen erhaltenen Declinationsunterschieden erhält man einen Werth für den Winkel, den — im Mittel für beide Kreuze — die Lamellen mit einander einschliessen. Auf dieselbe Zeit reducirt, giebt

Lage I	615″·47
Lage II	610·37
folglich	$5''\cdot10 = 2(\delta' - \delta)\, i \sin 1'$ oder $i = 14'\cdot3$.

Der Winkel beträgt also nach dieser Bestimmung nicht genau 90°, sondern 90° ± 14′·3.

Quadratisches — *Square bar* — Mikrometer.

Auch das von BURKHARDT[1]) im Anfang dieses Jahrhunderts empfohlene »vollkommene Viereck« ist in neuerer Zeit, jedoch in einer zweckmässigen Modification, wieder in Aufnahme gekommen. Während bei BURKHARDT das Quadrat dem Gesichtsfeld eingeschrieben und die eine Diagonale behufs Ermittelung ihrer Abweichung von dem Declinationskreis durch einen dünnen Messingstreifen kenntlich gemacht ist, hat das Mikrometer in neuerer Zeit die in Fig. 293 dargestellte Form erhalten. Die Verlängerungen der Seiten dienen sowohl für solche Fälle, wo die Declinationsdifferenz grösser ist, als die Diagonale, als auch zur Bestimmung des Orientirungsfehlers, wenn ein Positionskreis nicht vorhanden oder das Fernrohr nicht parallaktisch montirt ist.



Quadratisches — *Square bar* — Mikrometer.
(A. 293.)

Es werde zunächst angenommen, dass die eine Diagonale mit dem centralen Declinationskreis zusammenfalle, T und D seien der Stundenwinkel und die Declination des Mittelpunkts des Quadrats, ϑ_1 die Sternzeit des Antrittes eines Objects an die im Sinne der Bewegung voraufgehende, ϑ_2 dieselbe für die nachfolgende Seite des Quadrates, g die Länge der Diagonale — dann lauten, wie man leicht findet, die beiden Grundgleichungen:

$$\alpha + T = \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2}$$

$$\delta - D = \pm \frac{g}{2} \mp \frac{\cos\delta}{\sin 1''} \sin \frac{15(\vartheta_2 - \vartheta_1)}{2} - \frac{2\cos\delta \sin\left(D \pm \frac{g}{2}\right)}{\sin 1''} \sin^2 \frac{15(\vartheta_2 - \vartheta_1)}{4},$$

wo das obere Zeichen für nördliche, das untere für südliche Durchgänge gilt. Dieselben Beziehungen finden auch dann statt, wenn der Stern ausserhalb des Quadrats die Lamellen passirt, wofern man nach der Bezeichnung, die S. C. CHANDLER in seiner eingehenden Monographie über dieses Mikrometer[2]) eingeführt hat, ϑ_1 durchweg auf die beiden Lamellen, die sich im Positionswinkel 90° schneiden, und ϑ_2 auf diejenigen, die sich in 270° schneiden, bezieht. Bei Durchgängen innerhalb des Quadrats wird dann stets $\vartheta_2 > \vartheta_1$, ausserhalb $\vartheta_2 < \vartheta_1$ sein.

[1]) VON ZACH, Monatliche Correspondenz, I. Band.

[2]) S. C. CHANDLER jr., On the Square bar Micrometer (Memoirs of the American Academy of arts and sciences, Vol. XI).

Nach Abzug der obigen Gleichungen von den analogen Ausdrücken, welche die Beobachtung des zweiten Objectes giebt, erhält man:

$$\alpha' - \alpha = \frac{\vartheta_1' + \vartheta_2'}{2} - \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2}$$

$$\delta' - \delta = \pm \frac{g'}{2} \mp \frac{g}{2} - \frac{\pm \sin \frac{15(\vartheta_2' - \vartheta_1')}{2} \cos \delta' \mp \sin \frac{15(\vartheta_2 - \vartheta_1)}{2} \cos \delta}{\sin 1''}$$

$$- \frac{2 \sin^2 \frac{15(\vartheta_2' - \vartheta_1')}{4} \cos \delta' \sin (D \pm \frac{g}{2}) - 2 \sin^2 \frac{15(\vartheta_2 - \vartheta_1)}{4} \cos \delta \sin (D \pm \frac{g}{2})}{\sin 1''},$$

wofür man auch in den meisten vorkommenden Fällen, bei mässigen Declinationen, schreiben kann

$$\delta' - \delta = \pm \frac{g'}{2} \mp \frac{g}{2} - \frac{15}{2} \cos \delta_0 [\pm (\vartheta_2' - \vartheta_1') \mp (\vartheta_2 - \vartheta_1)]$$
$$- \frac{\cos \delta_0 \sin \delta_0}{\sin 1''} \left[2 \sin^2 \frac{15(\vartheta_2' - \vartheta_1')}{4} - 2 \sin^2 \frac{15(\vartheta_2 - \vartheta_1)}{4} \right].$$

Das letzte Glied kann leicht mittelst der an vielen Orten gegebenen Hülfstafeln für $\frac{2 \sin^2 \frac{\tau}{2}}{\sin 1''}$ berechnet werden; falls solche nicht vorhanden sind, wird es besser umgeformt in

$$- \tfrac{225}{8} \cos \delta_0 \sin \delta_0 \sin 1'' [(\vartheta_2' - \vartheta_1')^2 - (\vartheta_2 - \vartheta_1)^2].$$

Einfluss der eigenen Bewegung.

Zur Reduction der Coordinaten α' und δ' des bewegten Objectes auf das Mittel der Zeiten $\frac{\vartheta_2' + \vartheta_1'}{2}$ dienen hier dieselben Ausdrücke, wie für das Kreuzstabmikrometer, nur mit entgegengesetzten Vorzeichen:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \pm \frac{\vartheta_2' - \vartheta_1'}{2} \frac{\Delta\delta'}{15 \cos \delta'}$$
$$\Delta(\delta' - \delta) = \pm \frac{\vartheta_2' - \vartheta_1'}{2} 15 \cos \delta' \Delta\alpha'$$

oberes / unteres Zeichen für nördliche / südliche Durchgänge,

wo $\Delta\alpha'$ in Zeit- und $\Delta\delta'$ in Bogensecunden die Veränderungen der Rectascension und Declination in einer Secunde Sternzeit sind.

Einfluss der Strahlenbrechung.

Wenn das Mikrometer nach dem wahren Parallel orientirt ist, die eine Diagonale also mit dem centralen Declinationskreis zusammenfällt, so leitet man auf die oben erörterte Weise sogleich die folgenden Verbesserungen ab:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = - \frac{2\varkappa \, \mathrm{cotang}\, n \sin \delta_0}{15 \sin (N + \delta_0) \cos^2 \delta_0} (\delta' - \delta) + \frac{\varkappa \, \mathrm{cotang}\, n \cos N}{15 \sin^2 (N + \delta_0) \cos^2 \delta_0} (\pm \frac{g'}{2} \mp \frac{g}{2})$$

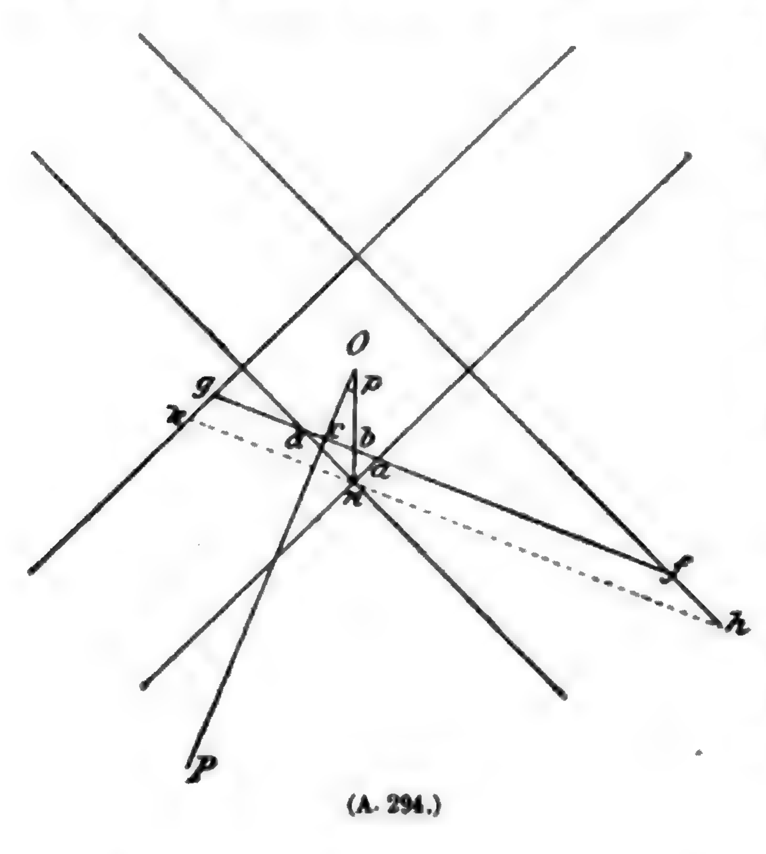
$$\Delta(\delta' - \delta) = \varkappa \left(\mathrm{cotang}^2 (N + \delta_0) - \frac{\mathrm{cotang}^2 n}{\sin^2 (N + \delta_0)} \right) (\delta' - \delta) + \varkappa \left(\frac{\mathrm{cotang}^2 n}{\sin^2 (N + \delta_0)} + 1 \right) (\pm \frac{g'}{2} \mp \frac{g}{2}),$$

wenn zur Berechnung der Declinationsdifferenz die wahren, und

$$\Delta(\delta' - \delta) = \varkappa \left(\frac{\cos N \cos (N + \delta_0)}{\sin^2 (N + \delta_0) \cos \delta_0} - \frac{\mathrm{cotang}^2 n}{\sin^2 (N + \delta_0)} \right) (\delta' - \delta)$$
$$+ \varkappa \left(\frac{\mathrm{cotang}^2 n}{\sin^2 (N + \delta_0)} + \frac{\sin N}{\sin (N + \delta_0) \cos \delta_0} \right) (\pm \frac{g'}{2} \mp \frac{g}{2}),$$

wenn die scheinbaren Declinationen angewandt worden sind.

Um den Ausdruck für die Strahlenbrechung bei Orientirung des Mikrometers nach dem scheinbaren Parallel zu erhalten, leiten wir zunächst den Einfluss ab, den ein kleiner Fehler in der Orientirung auf die Messungsresultate ausübt. Sei PO in nebenstehender Fig. 294 der centrale Declinationskreis; der Winkel, den On mit OP einschliesst, sei in Bogenminuten p und so klein, dass sein Sinus dem Bogen und sein Cosinus der Einheit gleich gesetzt werden kann; ein Stern trete bei a ein und bei d aus — dann erhält man sogleich, wenn $Oc = d$ gesetzt wird,



(A. 294.)

$$ab = \left(\frac{g}{2} - d\right)(1 - p \sin 1')$$

$$bd = \left(\frac{g}{2} - d\right)(1 + p \sin 1'),$$

mithin die Zeit des Durchganges durch die Diagonale, im Mittel aus Ein- und Austritt

$$\frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2} - \frac{p \sin 1'}{15 \cos \delta}\left(\frac{g}{2} - d\right)$$

und die Zeit des Durchganges durch den Stundenkreis PO

$$\frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2} - \frac{p \sin 1'}{15 \cos \delta}\,\frac{g}{2} + \frac{2p \sin 1'}{15 \cos \delta}\, d.$$

Geht der Stern südlich von der Mitte durch, so ist d negativ zu nehmen und an Stelle von p, $-p$ zu setzen, sodass das letzte Glied ungeändert bleibt; damit wird die Verbesserung, welche zu dem ohne Rücksicht auf den Orientirungsfehler berechneten AR.-Unterschied zweier Sterne hinzugefügt werden muss:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{p \sin 1'}{15 \cos \delta_0}\left(2(d' - d) \mp \frac{g'}{2} \pm \frac{g}{2}\right).$$

Für die Declination erhält man

$$ab + bd = bn \sin 45° \left(\frac{1}{\sin(45 + p)} + \frac{1}{\sin(45 - p)}\right)$$

oder

$$\pm\, 15 \cos \delta \cos 2p \,\frac{\vartheta_2 - \vartheta_1}{2} = \pm \frac{g}{2} \cos p - d$$

sodass der Declinationsunterschied bei der vorausgesetzten Kleinheit von p keine Aenderung erleidet.

Wird nun $p = \Delta P$ angenommen, wo ΔP die im Sinne der Positionswinkelzählung gerechnete Abweichung des scheinbaren Parallels vom wahren ist,

$$\Delta P = \frac{\varkappa \operatorname{cotang} n \cos N}{\sin^2(N + \delta) \cos \delta},$$

so wird die Correction der A.R.-Differenz:

$$\frac{\varkappa \operatorname{cotang} n \cos N}{15 \sin^2(N + \delta_0) \cos^2 \delta_0}\left\{2(\delta' - \delta) \mp \frac{g'}{2} \pm \frac{g}{2}\right\}$$

und nach Vereinigung dieses Ausdruckes mit der oben gefundenen Verbesserung folgt die gesammte Correction für Strahlenbrechung in Rectascension bei Orientirung des Mikrometers nach dem scheinbaren Parallel:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{2\varkappa \; cotang \; n \cos(N + \delta_0)}{15 \sin^2(N + \delta_0) \cos \delta_0} (\delta' - \delta)$$

Der Ausdruck für die Declination bleibt nach dem Obigen ungeändert.

Orientirung des Mikrometers.

Das Mikrometer wird bei Vorhandensein eines Positionskreises in derselben Weise orientirt, wie es bei der Lamelle unter 45° (pag. 98) auseinander gesetzt worden ist. Wenn aber kein Mittel zur genauen Einstellung vorhanden ist, so muss der übrig gebliebene Orientirungsfehler p (siehe Fig. 294) ermittelt und in Rechnung gezogen werden. Ein bequemes und sicheres Verfahren hierfür ist die Beobachtung eines Sternes ausser an den zwei aneinanderstossenden Seiten des Quadrats an den Verlängerungen der beiden anderen Seiten. Sind $\vartheta_0, \vartheta_1, \vartheta_2, \vartheta_3$ die Zeiten, zu welchen der Stern das Mikrometer nacheinander bei f, a, d, g passirt, so hat man, wenn hk durch die Ecke n parallel zu fg gezogen wird,

$$af - gd = nh - kn \text{ oder}$$

$$[(\vartheta_1 - \vartheta_0) - (\vartheta_3 - \vartheta_2)] 15 \cos \delta = \frac{g}{\sqrt{2}} \left(\frac{1}{\sin(45 - p)} - \frac{1}{\sin(45 + p)} \right) = 2gp \sin 1'$$

oder

$$p = \pm \frac{15 \cos \delta}{g \sin 1'} \left(\frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2} - \frac{\vartheta_0 + \vartheta_3}{2} \right),$$

wo das obere Zeichen den nördlichen, das untere den südlichen Durchgängen angehört. Mit Hülfe dieses Werthes, welcher den Orientirungsfehler in Bezug auf die scheinbare Richtung der täglichen Bewegung darstellt, werden die Beobachtungen nach den vorher abgeleiteten Ausdrücken verbessert, und nach den für den scheinbaren Parallel geltenden Formeln von der Strahlenbrechung befreit.

Die Länge der Diagonale.

Die Länge der Diagonale kann auf zweifache Weise bestimmt werden, entweder durch Beobachtung zweier Sterne von genau bekannter Declinationsdifferenz, von denen der eine nördlich, der andere südlich das Netz passirt, oder — unabhängig von dem Fehler der Declinationen — durch Beobachtung der Antrittszeiten eines Sterns an den vier Lamellen. Verbindet man mit der oben abgeleiteten Gleichung

$$g = \pm \frac{2d}{\cos p} + 15 \cos \delta (\vartheta_2 - \vartheta_1) \frac{\cos 2p}{\cos p}$$

die analoge Gleichung

$$g = \mp \frac{2d}{\cos p} + 15 \cos \delta (\vartheta_3 - \vartheta_0) \frac{\cos 2p}{\cos p},$$

so erhält man im Mittel

$$g = 15 \cos \delta \frac{(\vartheta_3 - \vartheta_0 + \vartheta_2 - \vartheta_1)}{2} \frac{\cos 2p}{\cos p}$$

oder bei genügend kleinen Werthen von p

$$g = 15 \cos \delta \left(\frac{\vartheta_3 - \vartheta_0 + \vartheta_2 - \vartheta_1}{2} \right).$$

Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass bei Bestimmung von g nach dem erstgenannten Verfahren die wahre Declinationsdifferenz nach den mit umge-

kehrten Zeichen genommenen obigen Refractionsausdrücken in scheinbare Differenz verwandelt werden muss; dagegen bedarf es noch der Ableitung des Einflusses, den die Strahlenbrechung auf die Ermittelung von g nach dem zweiten Verfahren ausübt.

Die letzte Gleichung muss mit Rücksicht auf die scheinbaren Oerter des Sternes zur Zeit der Beobachtung offenbar so geschrieben werden:

$$g = \frac{15}{2} \cos(\delta + q)\left(\vartheta_3 - \vartheta_0 + \vartheta_2 - \vartheta_1 - \frac{p_3 - p_0}{15} - \frac{p_2 - p_1}{15}\right)$$

mithin beträgt die Verbesserung wegen Strahlenbrechung:

$$\Delta g = -\frac{\cos\delta}{2}(p_3 - p_0 + p_2 - p_1) - gq \tang\delta$$

Setzt man hierin

$$p_2 - p_1 = \frac{dp}{dt}(t_2 - t_1) = 2\frac{dp}{dt}\left(\frac{g}{2} \mp (\delta - D)\right)\sec\delta$$

$$p_3 - p_0 = \frac{dp}{dt}(t_3 - t_0) = 2\frac{dp}{dt}\left(\frac{g}{2} \pm (\delta - D)\right)\sec\delta$$

ein, so erhält man sogleich

$$\Delta g = -g\left(\frac{dp}{dt} + q \tang\delta\right)$$

$$= -\varkappa g\left(\frac{\cotang^2 n}{\sin^2(N+\delta)} + 1\right)$$

Hierbei ist vorausgesetzt, dass die wahre Declination zur Berechnung von g verwandt wird; benutzt man dagegen die scheinbare Declination, so fällt das Glied $q \tang\delta$ weg und die Verbesserung wird

$$\Delta g = -\varkappa g\left(\frac{\cotang^2 n}{\sin^2(N+\delta)} + \frac{\sin N}{\sin(N+\delta)\cos\delta}\right)$$

Es ist bisher angenommen worden, dass die Form des Mikrometers genau quadratisch ist; ob diese Bedingung strenge erfüllt ist, wird einer genaueren Untersuchung bedürfen, die sich auf die Bestimmung der Längen der Seiten und der Diagonalen, entweder vermittelst directer Ausmessung oder im Allgemeinen leichter durch Sterndurchgänge erstrecken muss. Uebrigens werden bei sorgfältiger Construction merkliche Fehler kaum vorkommen und überdies wird man den Einfluss kleiner Abweichungen dadurch eliminiren, dass man abwechselnd die eine und die andere Diagonale in die Richtung der täglichen Bewegung bringt.

Vergleichen wir schliesslich die im Vorigen besprochenen Mikrometer mit einander, so besteht ein bemerkenswerther Unterschied zwischen dem Kreismikrometer und den übrigen Mikrometern darin, dass bei dem ersteren die Resultate stets auf der Combination von zwei ungleichartigen Momenten, dem Verschwinden an dem einen und dem Wiedererscheinen an dem anderen Rand beruhen, während bei den übrigen geradlinigen Mikrometern auch die gleichartigen Momente für sich, entweder die Zeiten des Verschwindens oder die des Wiedererscheinens oder beide verwendet werden können. Es ist dies insofern von Bedeutung, als die Auffassung besonders des einen dieser Momente, des Wiedererscheinens in merklichem Betrage durch das Aussehen und vor allem durch die Helligkeit der Objecte beeinflusst zu werden scheint und daraus bei der Verbindung ungleich heller Objecte systematische Fehler

hervorgehen können. So hat PIHL[1]) gefunden, dass für ihn ein Stern 2. Grösse und ein Stern 8·5 Grösse gleichzeitig hinter der Lamelle verschwanden, während der Austritt des schwächeren Sterns um etwa 0s·45 später wahrgenommen wurde, als der des hellen. Mag dieser von einem einzelnen Beobachter gefundene Unterschied nun auch keine allgemeine Gültigkeit beanspruchen können und mögen manche Beobachter darin zu weit gehen, dass sie die Momente des Wiedererscheinens ganz von der Beobachtung ausschliessen, so kann es doch als sicher angenommen werden, dass Kreismikrometerbeobachtungen leichter systematischen Fehlern ausgesetzt sind, als Beobachtungen an Mikrometern mit geradlinigen Contouren und dass die systematischen Fehler bei den letzteren ein einfacheres und leichter der Untersuchung zugängliches Gesetz befolgen, als bei dem ersteren. Uebrigens wird der Einfluss eines Fehlers der erwähnten Art bei dem Ringmikrometer wenigstens theilweise in Declination dadurch compensirt, dass bei dem inneren Kreise die Aufeinanderfolge der beiden Momente die entgegengesetzte ist. Ein weiterer Vortheil, den die geradlinigen Mikrometer gegenüber dem gewöhnlichen Kreismikrometer haben, ist die geringere Beschränkung in der Auswahl der Vergleichsterne, indem hier alle dem zu beobachtenden Object in Rectascension genügend nahe stehenden Sterne benutzt werden können, deren Declinationsdifferenz den Durchmesser des nutzbaren Gesichtsfeldes nicht überschreitet[2]). Endlich kommt auch der Umstand in Betracht, dass bei dem Ringmikrometer durch die den Ring tragende Glasplatte ein Lichtverlust, und falls die Flächen nicht ganz eben sind, eine Verschlechterung der Bilder eintritt, die namentlich bei schwachen Objecten in empfindlicher Weise sich bemerkbar machen kann. Auf der anderen Seite bleibt dem Ringmikrometer der grosse Vorzug, dass es, ausser in seiner Stellung zum Objectiv, einer weiteren Orientirung nicht bedarf und mit derselben Leichtigkeit an jedem Instrument zu benutzen ist.

Unter den übrigen Mikrometern dürfte, wenn das Instrument parallaktisch aufgestellt und mit Positionskreis versehen ist, der Lamelle unter 45°, am zweckmässigsten wohl in der früher erwähnten Einrichtung, der erste Platz gebühren; neben dem Vorzuge der ungemein einfachen Berechnungsart gewährt sie den Vortheil, dass das Gesichtsfeld nur zu einem sehr geringen Theil beansprucht wird und schwächere Objecte leichter gesehen werden.

Was die Orientirung der Mikrometer in Bezug auf die Richtung der täglichen Bewegung angeht, so mag hier bemerkt werden, dass dieselbe am besten nach dem scheinbaren Parallel in der bereits beschriebenen Weise und an dem Orte des zu beobachtenden Objectes, am zweckmässigsten meist durch den Vergleichstern selbst ausgeführt wird, wenn die Fehler der Aufstellung und die Winkel der Achsen (siehe »Messungen mit dem Fadenmikrometer«) nicht hinreichend sicher bekannt sind. Kennt man aber diese Grössen, wie es bei einem in stetem Gebrauch befindlichen und fest aufgestellten Instrument in der Regel der Fall sein wird, so ist es einfacher, die Orientirung nach dem wahren Parallel vorzunehmen, indem man einen Aequatorstern in der Nähe des Meridians benutzt. Die so erhaltene Parallelstellung wird, wenn die Instrumentalfehler sehr klein sind, ohne Weiteres auch für alle anderen Lagen des Fernrohrs gelten, im anderen Falle lassen sich nach dem später gegebenen Ausdruck die Abweichungen leicht

---

[1]) O. A. PIHL, On occulting Micrometers and their value as applied to exact astronomical measurements. Christiania 1893.

[2]) Vergl. übrigens pag. 91 Positionsmikrometer.

berechnen und entweder von vornherein vor der jedesmaligen Ortsbestimmung am Positionskreis wegschaffen oder, was meist vorzuziehen sein wird, bei der Reduction in Rechnung ziehen.

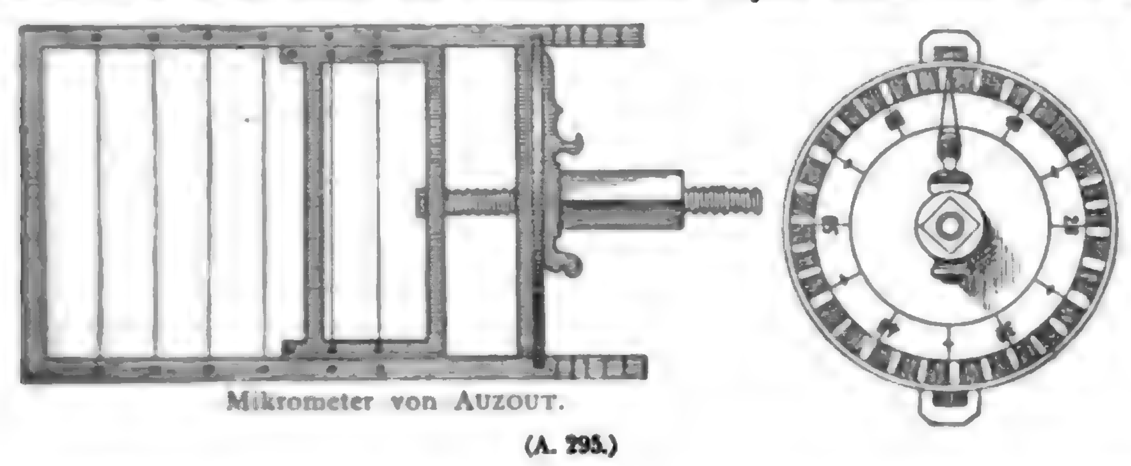
II. Schraubenmikrometer.

Aeltere Constructionen.

Es scheint gegenwärtig als sicher angenommen werden zu dürfen, dass die erste Einführung und Benutzung eines mikrometrischen und speciell auf der Anwendung der Schraube beruhenden Apparates dem jugendlichen, in einem Alter von nur 24 Jahren in der Schlacht bei Marston Moor (1644) gefallenen WILLIAM GASCOIGNE zugeschrieben werden muss. GASCOIGNE brachte in der Focalebene seines Fernrohrs zwei parallele Lamellen an, deren einander zugekehrte scharfe Kanten durch Schrauben einander genähert oder von einander entfernt werden konnten. Wurde das zu messende Object, z. B. eine Planetenscheibe, von den beiden Kanten genau berührt, so ergab sich aus dem linearen Abstand derselben in Verbindung mit der Brennweite des Objectivs unmittelbar der gesuchte scheinbare Durchmesser. Die zwei Schrauben wurden in der Folge in sehr sinnreicher Weise durch eine einzige ersetzt, indem die Spindel mit zwei Gewinden versehen wurde, von denen das eine die doppelte Steighöhe des anderen hatte. Drehte man die Schraube, so bewegte sich die eine mit einem Muttergewinde verbundene Schneide gegen die andere feststehende, zugleich aber verschob sich der ganze Apparat mit dem feineren Gewinde in einer zweiten, am Rohr befestigten Mutter. Der Bewegung der einen Lamelle gegen die andere entsprach folglich eine Bewegung beider von dem halben Betrage in der entgegengesetzten Richtung, so dass die Mittellinie, wenn sie von vornherein in die Achse des Fernrohrs gestellt war, auch darin verblieb, was bei dem damaligen Zustand der Optik von nicht zu unterschätzender Bedeutung war. Die Schraube diente aber GASCOIGNE nicht nur zur Verschiebung der Schneiden, sondern wurde zugleich vermöge der wichtigen Eigenschaft der Schraubenlinie, dass die Steigung dem Drehungswinkel proportional ist, zur Ausmessung ihres Abstandes benutzt. Sie war zu diesem Zweck mit einer in 100 gleiche Theile getheilten Scheibe (Trommel) versehen, auf welcher mittelst eines Zeigers (Index) der Bruchtheil einer Umdrehung abgelesen werden konnte. Aus der leicht zu ermittelnden Höhe eines Schraubenganges des gröberen Gewindes folgte dann nach Multiplication mit dem in Umdrehungen ausgedrückten Drehungswinkel die lineare Entfernung der beiden Kanten.

Es ist befremdend und wohl nur durch den frühzeitigen Tod GASCOIGNE's erklärlich, dass die sinnreiche und von ihm selbst nicht veröffentlichte Einrichtung seines Mikrometers mehrere Jahrzehnte den Astronomen besonders des Auslandes unbekannt blieb und erst nach seinem Tode ans Licht gezogen wurde, als von Frankreich aus eine ähnliche mikrometrische Vorrichtung bekannt gegeben wurde. In einem Briefe vom 28. December 1666 (N. St.) theilte AUZOUT der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in London mit, dass er einen Apparat construirt habe, welcher die scheinbaren Durchmesser der Planeten mit einer bis dahin unerreichten Genauigkeit zu messen erlaube, und dies war die Veranlassung, dass sich innerhalb der Gesellschaft Stimmen für die Priorität des GASCOIGNE'schen Mikrometers erhoben. Der Apparat, den AUZOUT in Verbindung mit PICARD construirte, ist in seiner 1667 zu Paris erschienenen Abhandlung »Traité du micromètre«, welche in den »Mémoires de l'Académie Royale des Sciences Tome VII, Partie I« wiedergegeben ist, ausführlich beschrieben. Er besteht (s.

Fig. 295) aus einem viereckigen Rahmen, auf welchem eine Anzahl von parallelen Fäden (oder Haaren) aufgespannt sind und gegen den sich in zwei Nuthen ein kleinerer, ebenfalls mit Fäden versehener Rahmen durch Drehung einer Schraube verschieben lässt. Die ganzen Umdrehungen werden an einer Theilung auf dem äusseren Rahmen, die Bruchtheile auf einer getheilten Scheibe abgelesen. Wenn das Gesichtsfeld nicht durch das auszumessende Object selbst oder durch Mond-



Mikrometer von AUZOUT.

(A. 295.)

schein genügend erhellt ist, um die Fäden deutlich erkennen zu lassen, so werden über den Haaren breitere Metall-Lamellen befestigt, die auch auf dunklem Himmelsgrund gesehen werden können; übrigens kann auch durch eine kleine Oeffnung im Rohr oder durch das Objectiv hindurch Licht in das Gesichtsfeld eingelassen werden. Das AUZOUT'sche Mikrometer hatte gegenüber demjenigen von GASCOIGNE den Vortheil, dass bei der grösseren Anzahl von Fäden, deren Abstand leicht mit grosser Schärfe ermittelt werden konnte, die Schraube stets nur innerhalb eines kleinen Intervalles benutzt zu werden brauchte und daher sowohl ihren Unvollkommenheiten ein geringerer Einfluss eingeräumt, als auch ihrer Abnutzung mehr vorgebeugt war. Dass man sich dieser Fehlerquellen wohl bewusst war, beweist der Umstand, dass PICARD es vorzog, bei jeder einzelnen Messung den mikrometrischen Apparat aus dem Fernrohr herauszunehmen und den Abstand des festen Fadens von dem beweglichen mittelst Mikroskop und Maassstab zu messen, die Schraube aber nur als Mittel für die Fortbewegung des Fadens und die Einstellung auf den Stern zu benutzen. Natürlich wurde dadurch, wie AUZOUT in seiner Abhandlung, welche übrigens eine Fülle von treffenden Bemerkungen enthält, hervorhebt, der Gebrauch des Apparates merklich erschwert. Als drittes Mikrometer aus jener Zeit mag das in Fig. 296 abgebildete Mikrometer von GOTTFRIED KIRCH erwähnt werden, welches besonders in Deutschland angewandt wurde. Ein messingner Ring war an den beiden Enden eines Durchmessers durchbohrt und mit Muttergewinden versehen, in denen sich Schrauben von gleicher Ganghöhe bewegten. Nachdem der Ring in der Focalebene des Objectivs um das Fernrohr gelegt worden war, wurden die Schrauben so weit auseinander ge-



Mikrometer von G. KIRCH.

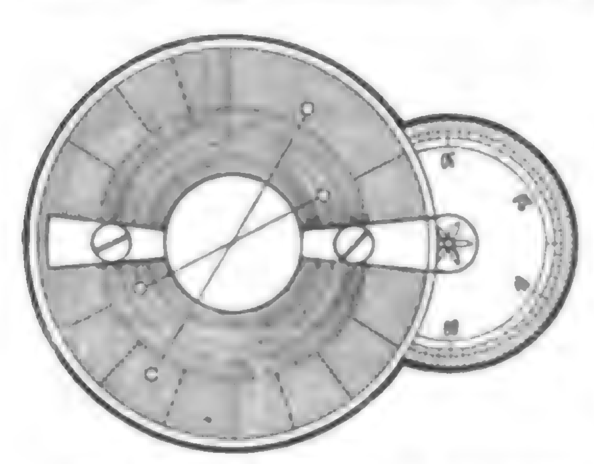
(A. 296.)

schraubt, bis sie das Bild genau einschlossen. Offenbar steht das Mikrometer in seiner ganzen Anlage den vorhererwähnten und namentlich dem Auzout-schen nach.

Endlich mag noch zweier älterer Mikrometer gedacht werden, welche, obwohl nicht zu der Gruppe der Schraubenmikrometer gehörig, wegen ihres historischen Interesses am passendsten an dieser Stelle eingeschaltet werden. Das eine ist das Mikrometer, dessen sich Christian Huygens zur Bestimmung der scheinbaren Planetendurchmesser bediente. Nach der in seinem »Systema Saturnium« gegebenen Beschreibung befestigte Huygens in der Bildebene des Fernrohres einen Ring von genau kreisrunder Gestalt und schob durch eine passende Oeffnung im Rohre eine keilförmige Lamelle soweit darin ein, bis sie das gesuchte Intervall genau deckte. Indem er hierauf mittelst Zirkel und Maassstab die Breite der Lamelle an der Deckungsstelle maass und mit der linearen Oeffnung des Ringes verglich, erhielt er aus dem aus Sterndurchgängen ermittelten Winkeldurchmesser des letzteren den gesuchten scheinbaren Durchmesser des Planeten.

Das andere Mikrometer rührt von Olaf Römer her und diente zu Messungen auf der Mond- und Sonnenscheibe und zur Bestimmung der Grösse von Finsternissen[1]). Das Fernrohr enthielt zwei Objective, welche in der Richtung der gemeinschaftlichen Achse gegen einander und gegen die Ocularröhre verschoben werden konnten; im Focus des Oculars befand sich ein grosses quadratisches Netz, welches durch Seidenfäden in 12×12 kleinere Quadrate getheilt war. Durch Verschiebung der Objective wurde das Bild von Sonne oder Mond so lange variirt, bis es dem in das grosse Quadrat eingeschriebenen Kreise gleich war und die Lage irgend eines Punktes mit Hülfe der kleinen Quadrate bestimmt. Dieselbe Idee, mittelst eines zweiten eingeschalteten Objectives dem Bilde stets dieselbe lineare Grösse zu geben, wurde noch in diesem Jahrhundert von Brewster zur Construction eines ähnlichen Mikrometers benutzt. Aus leicht begreiflichen Gründen ist ein Erfolg damit nicht erreicht worden.

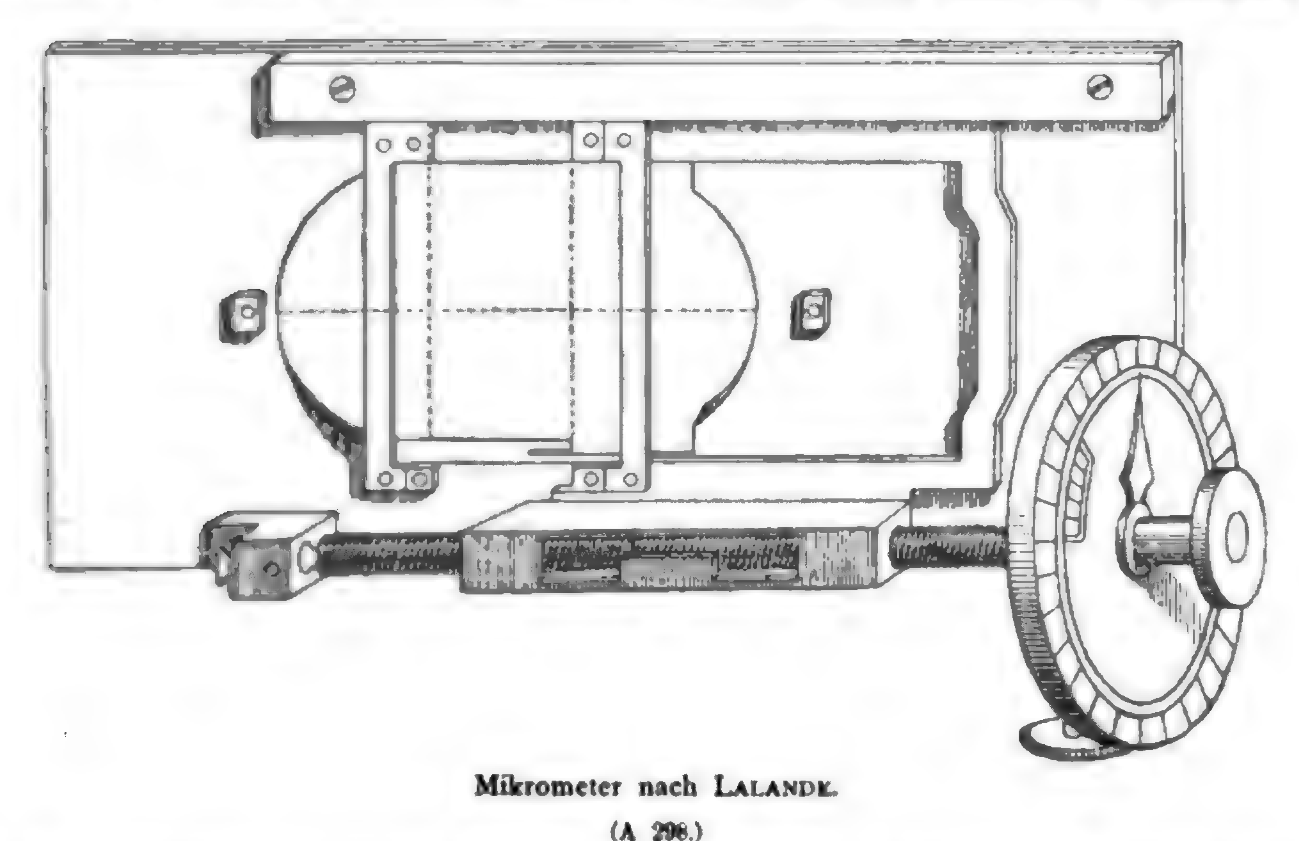
Einen neuen Impuls erhielt die Technik der astronomischen Instrumente durch die epochemachenden Arbeiten und Entdeckungen Wilhelm Herschel's. Das neue und unabsehbare Gebiet der doppelten und mehrfachen Sterne, welches er der Astronomie aufschloss, erforderte zu seiner Bearbeitung vollkommenere Hülfsmittel, als sie bis dahin den Beobachtern zu Gebote gestanden hatten. Vor allem bedurfte es eines Apparates, welcher auch die Richtung der Verbindungslinie zweier Sterne zu messen erlaubte, und in Verbindung mit der Distanz die relative Lage der einen Componente eines Doppelsternes gegen die andere vollständig kennen lehrte. Wilhelm Herschel construirte zu diesem Zweck eine Vorrichtung, der er zur Unterscheidung von dem *parallel-wire micrometer* den Namen *cross-hair micrometer* gab. Dieselbe ist in Fig. 297 abgebildet und besteht in ihren wesentlichsten Theilen aus einer ringförmigen gezahnten Scheibe,



Cross-hair-Mikrometer von W. Herschel.
(A. 297.)

[1]) Siehe: Petri Horrebowii Operum mathematico-physicorum tomus tertius Caput undecimum: De tubo cancellato Roemeri.

welche in den verbreiterten Rand einer cylindrischen Röhre eingelassen ist und mittelst eines Triebes um dieselbe gedreht werden kann. Scheibe und Träger sind mit je einem centralen Faden versehen, und eine auf der Achse des Triebes befindliche getheilte Scheibe erlaubt den jedesmaligen Winkel, welchen die beiden Fäden miteinander einschliessen, zu messen. Wurde hierdurch einem dringenden Bedürfniss abgeholfen, so konnte andererseits das Schraubenmikrometer in seiner bisherigen Form den Anforderungen der neuen Zeit nicht mehr genügen. (Fig. 298 stellt ein von LALANDE in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts benutztes Mikrometer dar.) Die Absehenslinien, Haare und Seidenfäden,



Mikrometer nach LALANDE.

(A 298.)

deren AUZOUT und PICARD sich bedient hatten, die feinen Silberdrähte nach MALVASIA's oder die Glasfäden nach LA HIRE's Vorschlag, auch die von HERSCHEL selbst benutzten Fäden aus dem Cocon der Seidenraupe waren wegen ihrer relativen Dicke nicht geeignet, um feine Sternscheibchen zu biseciren; die Sichtbarmachung derselben bei Nacht durch Beleuchtung des Gesichtsfeldes verhinderte die Beobachtung schwächerer Sterne und gab zugleich zu Fehlern Anlass, die von W. HERSCHEL schon bemerkt, in ihrem eigentlichen Wesen aber erst geraume Zeit später erkannt worden sind; vollends war es noch nicht gelungen, der Schraube als dem wichtigsten Theile des ganzen Apparates diejenige Regelmässigkeit der Windungen zu geben, welche die unerlässliche Bedingung genauer Messungen ist. Auch HERSCHEL gelang es nicht, diese Schwierigkeiten zu überwinden, vielmehr sah er sich veranlasst, das Schraubenmikrometer ganz aufzugeben und — in nicht gerade glücklicher Weise — durch das Lampenmikrometer zu ersetzen.

Das Lampenmikrometer HERSCHEL's bestand aus einer vertikalen Säule, an welcher eine halbkreisförmige Scheibe auf- und niederbewegt werden konnte. Die Scheibe trug einen Arm, welcher um einen in der Mitte befindlichen Zapfen drehbar war und sich durch Schlüssel und Schnurlauf in alle Lagen zwischen der aufrechten und der niedrigsten Stellung bringen liess; auf dem Arm selbst war mittelst eines zweiten Schlüssels ein Schlitten verschiebbar. Im Centrum der Scheibe und auf dem Schlitten waren zwei kleine Lampen in Gehäusen angebracht, welche mittelst Durchbohrungen in der vorderen Platte einem entfernt stehenden Beobachter den Anblick von zwei leuchtenden Punkten gewährten. Während nun der Beob-

achter mit dem einen (rechten) Auge das natürliche Sternpaar im Gesichtsfeld seines NEWTON-schen Reflectors sah, brachte er mittelst der Schlüssel die beiden künstlichen Sterne des in einer Entfernung von 10 Fuss aufgestellten Apparates in eine solche relative Entfernung und Richtung, dass die mit dem anderen (linken) Auge empfangenen Eindrücke sich mit den Bildern der natürlichen Sterne deckten. Durch Ausmessung der linearen Entfernung der beiden leuchtenden Punkte von einander und von dem Auge folgte dann unter Berücksichtigung der Vergrösserung des Fernrohrs die scheinbare Distanz der Componenten des natürlichen Doppelsterns. Während HERSCHEL's Apparat nur auf Distanzmessungen eingerichtet war, liess SCHRÖTER (vergl. J. H. SCHRÖTER, Beiträge zu den neuesten astronomischen Entdeckungen, herausgegeben von J. E. BODE, Berlin 1788) ein ähnliches Mikrometer anfertigen, welches auch die Richtung der Verbindungslinie der beiden Componenten auf dem Umfang der halbkreisförmigen Scheibe in Graden und Minuten abzulesen gestattete.

Die neueren Faden- und Positionsmikrometer.

Indem wir mit Uebergehung einiger weniger wichtigen Apparate zu den neueren Mikrometern uns wenden, fassen wir hier alle diejenigen zusammen, welche seit der Zeit FRAUNHOFER's bis auf die Gegenwart construirt worden sind. Zu jener Zeit und vornehmlich durch die Meisterhand dieses genialen Künstlers erhielt das Fadenmikrometer fast mit einem Schlage den Charakter eines Messapparates ersten Ranges, und die damit angestellten Beobachtungen erlangten einen Grad von Genauigkeit, der auch heute nicht wesentlich übertroffen ist. Es ist nicht zu viel behauptet, wenn man sagt, dass die neueren mikrometrischen Einrichtungen die der HERSCHELianischen Zeit gewiss um ebensoviel übertreffen, als letztere die primitiven Mikrometer des 17. Jahrhunderts. Hierzu kommt, dass seit dem Beginne des neuen Jahrhunderts auch die Fernröhre selbst und insbesondere die Refractoren durch die parallaktische Aufstellung und ihre Ausrüstung mit Uhrwerken, welche sie dem Lauf der Gestirne folgen macht, eine Ueberlegenheit vor den schwerfälligen Reflectoren W. HERSCHEL's erhielten, die vor Allem den mikrometrischen Messungen zu Gute kommen musste.

Das moderne Fadenmikrometer ist im Princip nichts anderes, als eine sinnreiche Verbindung des *parallel-wire micrometer* mit dem *cross-wire micrometer*, ein jedes in seiner Weise höchst vervollkommnet. Man pflegt es aus diesem Grunde auch als Positionsmikrometer zu bezeichnen, zum Unterschied von dem Fadenmikrometer im engeren Sinne, welches keine Drehung um die Fernrohrachse gestattet und wesentlich bei der Beobachtung der Antrittszeiten der Gestirne an die Fäden und zur Messung kleiner rechtwinkliger Coordinatenunterschiede (bei dem Meridianinstrument, dem Aequatoreal u. a. und für letztere auch bei den Ablesemikroskopen) in Anwendung kommt. Wir betrachten zuerst den Theil des Mikrometers, welcher für die Messungen mittelst der Schraube dient und schicken dafür folgende Bemerkungen voraus. Der Vortheil, den die Anwendung der Schraube bei mikrometrischen Messungen bietet, besteht darin, dass man durch sie kleine lineare Bewegungen durch grosse Drehungsbewegungen hervorbringen und messen kann. Soll dieser Vortheil ein wirklich reeller, und nicht bloss scheinbarer sein, so muss zwischen beiden Bewegungen eine vollkommene Proportionalität herrschen, und dies wird nur dann der Fall sein, wenn einerseits die Schraube mathematisch genau hergestellt ist, und wenn zweitens der bewegliche Schlitten ausschliesslich durch die Drehung der Schraube bewegt wird oder, was auf dasselbe hinauskommt, wenn die Schraube bei der Drehung keine Verschiebung in der Richtung ihrer Achse erleidet. Im Allgemeinen werden beide Bedingungen in aller Strenge nicht erfüllt sein; es werden Fehler übrig sein, welche theils periodischer Natur sind, insofern sie innerhalb je einer Um-

drehung in gleicher Weise verlaufen und nach einer vollständigen Umdrehung in demselben Sinne und Betrage wiederkehren, theils einen fortschreitenden Charakter tragen, indem die einer ganzen Anzahl von Umdrehungen entsprechende lineare Fortrückung des Schlittens an verschiedenen Stellen der Schraube ungleich ist. Die ersteren Fehler haben ihren Grund in der ungenauen Form der Schraubenlinie, welche abgewickelt nicht eine gerade Linie, sondern mehr oder weniger gekrümmt oder gewellt ist, und — zuweilen in beträchtlichem Maasse — in einer fehlerhaften Lagerung der Schraube; die fortschreitenden Fehler entspringen aus einer ungleichen Höhe der Schraubengänge an verschiedenen Stellen der Spindel. Es ist nun leicht ersichtlich und wird später nachgewiesen werden, dass der Einfluss der periodischen Fehler zum grösseren oder geringeren Betrage aufgehoben wird, wenn die Messungen an verschiedenen gleichmässig über den Umkreis eines Schraubenganges vertheilten Stellen der Schraube angestellt werden. Um dies ausführen zu können, muss das Mikrometer in der Weise eingerichtet sein, dass die Stellung des durch die Schraube bewegten Schlittens oder Fadens zum festen Rahmen unabhängig von der Schraube und um beliebige Beträge innerhalb einer oder einiger weniger Umdrehungen geändert werden kann; das Maass dieser Aenderungen wird durch die Ablesungen der Trommel gegeben, welche den Coincidenzstellungen des beweglichen und des festen Fadens zukommen. Wir können in Berücksichtigung dieser Einrichtung folgende sieben Typen unterscheiden:

1) Innerhalb eines im Mikrometergehäuse befestigten Rahmens ist mittelst einer fein geschnittenen Schraube ein Schlitten geradlinig verschiebbar. Die Grösse der Bewegung wird, was die Bruchtheile einer Schraubenganghöhe angeht, auf der auf der Schraube aufsitzenden und in (meist 100) gleiche Theile getheilten Trommel an einem festen Index gemessen; zur Zählung der ganzen Umdrehungen dient eine am Gehäuse angebrachte Scale oder eine mit der ersteren Trommel durch Zahnräder in Verbindung stehende Zähltrommel. (A. Clark and Sons).

2) Das Mikrometer ist dem vorigen gleich, besitzt aber noch eine zweite Schraube, mittelst welcher der ganze Mikrometerkasten in der Richtung der Messschraube auf einer Grundplatte verschoben werden kann.

3) Der feste Rahmen ist durch einen zweiten Schlitten ersetzt, welcher unabhängig von dem ersten Schlitten durch eine gleich feine und mit getheilter Trommel versehene Schraube bewegt werden kann. (Troughton; Pistor und Martins).

4) Die Einrichtung ist im wesentlichen dieselbe, wie die vorhergehende; die zweite Schraube trägt aber keine Trommel und kann daher nicht zur Messung verwendet werden; sie wird zur Aenderung der Coincidenzstellung benutzt. (Fraunhofer).

5) Ausser den beiden Schrauben in 3) ist eine dritte Schraube zur Verschiebung des ganzen Mikrometers in derselben Richtung vorhanden. (C. Bamberg).

6) Das Mikrometer hat, wie der 1. Typus, einen festen Rahmen und einen beweglichen Schlitten; der letztere kann, indem die Stützfläche oder das Widerlager der Messschraube mittelst einer besonderen Schraube verschiebbar ist, innerhalb gewisser Grenzen gegen den festen Rahmen verstellt werden. Die Widerlagschraube hat dieselbe Ganghöhe wie die Mikrometerschraube, und ihr Kopf ist in eine Anzahl (10) gleicher Theile getheilt. (A. Repsold und Söhne).

7) Die Einrichtung unterscheidet sich von der vorhergehenden durch die Verschiebbarkeit des ganzen Gehäuses mittelst einer dritten Schraube. (A. Repsold und Söhne).

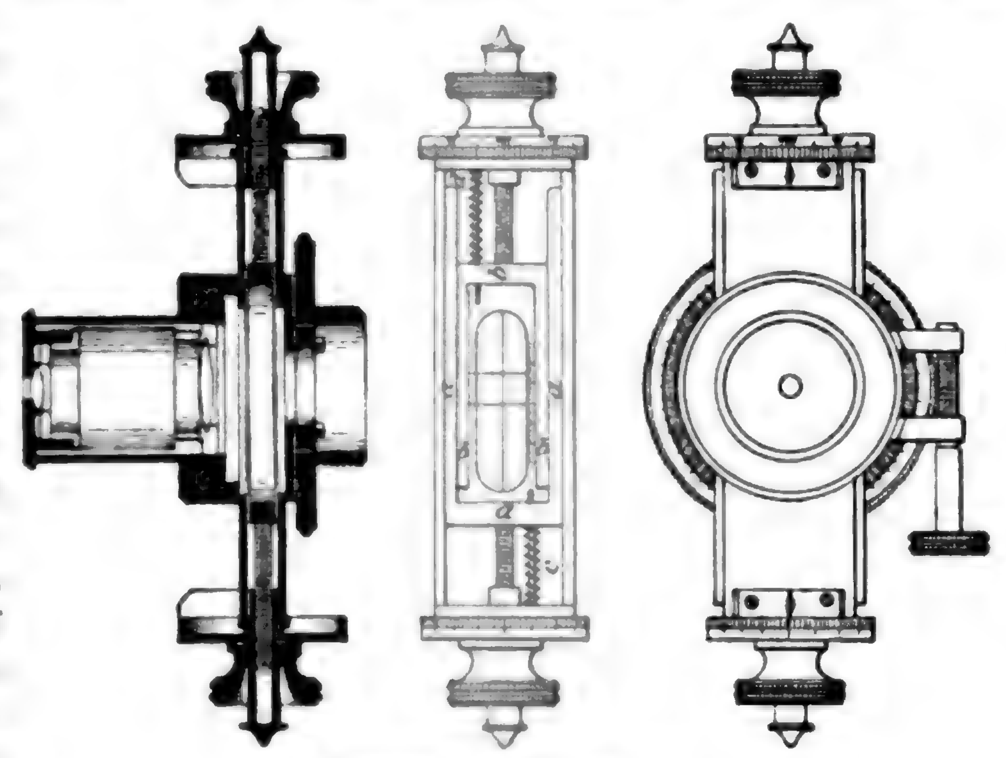
Bei allen diesen verschiedenen Typen tragen der feste Rahmen und der bewegliche Schlitten, bezw. beide Schlitten einen oder auch mehrere feine Spinnenfäden, welche senkrecht zur Bewegungsrichtung stehen, und ausserdem der erstere oder der ihn ersetzende Schlitten einen oder mehrere Querfäden. Die mittleren Fäden eines jeden Systems sind in der Regel so angeordnet, dass sie sehr nahe durch die Rohrachse gehen oder bei einer gewissen Stellung des Schlittens oder des ganzen Gehäuses in sie gelangen.

Die Fäden, mit denen seit Anfang des Jahrhunderts und nach einem zuerst von FONTANA (1775) gemachten Vorschlag die Mikrometer versehen werden, sind die Fäden unserer gewöhnlichen Kreuzspinne und werden dem Cocon entnommen, mit welchen sie ihre Eier umspinnt. Sie haben vor allen anderen Fäden den grossen Vorzug, dass sie innerhalb desselben Cocons von genau gleicher Dicke sind, dagegen von Cocon zu Cocon innerhalb so weiter Grenzen variiren, als es für den jeweiligen Zweck erwünscht sein kann. O. STRUVE benutzte in dem 15zölligen Refractor der Pulkowaer Sternwarte Fäden von nur 5·3 μ Dicke, welche aber im Laufe der Zeit durch Ansetzen von feinen Staubtheilchen bis auf das doppelte anwuchs; die Fäden im Mikrometer des 18zölligen Strassburger Refractors haben eine Dicke von rund 10 μ. Sehr feine Fäden erhält man aus dem Spinnengewebe selbst oder wenn man das vom Spinnen müde Insect längs eines Stäbchens laufen lässt und es durch kleine Erschütterungen nöthigt, sich an einem Faden herabzulassen. Diese Fäden sind aber nicht cylinderförmig, sondern eben oder auch gedreht und überhaupt unregelmässig, und stehen daher für den Gebrauch der Astronomen den Coconfäden nach. Der praktische Astronom thut daher gut, um für alle Fälle versorgt zu sein, eine Anzahl derartiger Cocons, welche man in hölzernen Schuppen, unter Eisendächern u. s. w. findet, sorgfältig aufzubewahren, nachdem die Eier durch sanftes Klopfen daraus entfernt worden sind. Die Spinnenfäden sind stark hygroskopisch, ein Umstand, welcher für ihre Anwendung nicht hinderlich wird, wenn man beim Aufspannen auf den Rahmen darauf Rücksicht nimmt. Es möge hier kurz das Verfahren angegeben werden, unter der Voraussetzung, dass auf den einander gegenüberstehenden Rändern des Rahmens oder Schlittens bereits Striche vorgezogen sind, welche die Lage der Fäden bestimmen und zugleich als Rillen dienen, um sie aufzunehmen. Man befestigt den Rahmen auf einem passenden Holz- oder Drahtgestell derart, dass die Ränder frei vorstehen. Hierauf zupft man aus dem Cocon einen Faden von geeigneter Länge und befestigt, nachdem man sich durch eine Lupe überzeugt hat, dass er keine Verdickungen oder Knoten hat, an dem einen freien Ende (mittelst Wachs) ein kleines Bleistückchen, und ein ebensolches an dem zweiten Ende, worauf man den Faden vom Cocon abtrennt. Indem man ihn nunmehr an dem einen Bleistückchen hält, lässt man das andere langsam herunter, bis es frei hängt, taucht den Faden in seiner ganzen Länge in ein mit Wasser gefülltes Gefäss und legt ihn darauf behutsam an der betreffenden Stelle über den Rahmen, wobei man, wenn nöthig, mit einer Nadel nachhilft, damit er genau in die Rillen zu liegen kommt. In diesem Zustand hoher Spannung wird der Faden durch Schellack, den man mittelst eines zugespitzten Hölzchens aufträgt, befestigt; nachdem der Schellack *vollständig* getrocknet ist, werden die Enden abgeschnitten. Ist die Operation gut ausgeführt, so darf man sicher sein, dass der Faden auch bei dem höchsten Feuchtigkeitsgrade der Luft straff bleibt. Das mehrfach angewandte Verfahren, den Faden an den Schenkeln eines Zirkels zu befestigen und mittelst derselben zu spannen, muss durchaus verworfen werden. Damit die beweglichen Fäden frei an den festen Fäden vorübergehen, müssen die Ebenen, in denen die beiden Systeme liegen, einen gewissen Abstand von einander haben, welcher jedoch auf ein Minimum beschränkt werden muss, damit keine merkliche Focaldifferenz entsteht. Diese Regulirung geschieht meist mittelst einer Correctionsschraube, welche den beweglichen Schlitten höher oder niedriger zu stellen erlaubt; ist derselbe einmal in die richtige Lage gebracht, so wird man selten Veranlassung haben, etwas daran zu ändern. Dagegen kann es bei dem sehr geringen Abstand beider Fadenebenen (von nur einigen Hunderttheilen eines Millimeter) vorkommen, dass der ungestörte Vorübergang der Fäden durch feine Staubkörnchen, die an dem einen oder anderen Faden haften, verhindert wird. Solche Verunreinigungen können leicht durch Blasen mit dem Mund oder mittelst eines Gummiballons, oder falls dieses nicht ausreicht, durch sanftes Herabfahren an dem Faden mit einer ganz weichen Flaumfeder beseitigt werden. Natürlich ist hier-

he grosse Umsicht erforderlich, doch ist bei der bedeutenden Elasticität der Fäden die Gefahr des Zerstörens nicht so gross, als man nach ihrer Feinheit annehmen möchte[1]).

Vergleicht man die verschiedenen Typen mit einander, so sieht man, dass eine Elimination der periodischen Fehler auf die oben angegebene Weise bei dem 1. und 2. Typus nicht herbeigeführt werden kann, weil bei derselben Lage des beweglichen Fadensystems zum festen auch die Schraube dieselbe Lage im Muttergewinde hat; dagegen können bei der 3., 4. und 5. Constructionsart die beiden Fadensysteme mittelst der zweiten Schraube und unabhängig von der Messschraube in eine beliebige Lage gebracht werden, und dasselbe wird bei dem 6. und 7. Typus, zwar innerhalb engerer, aber für den Zweck vollständig ausreichender Grenzen durch die Widerlagschraube erreicht. Eine für genaue Messungen ungemein vortheilhafte und bequeme Einrichtung ist die seit einigen Jahrzehnten eingeführte Schraube, welche das ganze System auf einer Grundplatte in der Richtung der Messschraube verschiebt. (Typus 2, 5 und 7.) Sie dient zur Pointirung des einen der beiden zu vergleichenden Objecte und ersetzt dadurch die meist nur ruckweise und grob wirkenden Schlüssel für die Feinbewegung des Fernrohres. Uebrigens kann man bei dem 3. und 4. Typus die zweite Schraube für denselben Zweck benutzen, wenn man sie anders nicht zur Elimination der periodischen Fehler der Messschraube gebraucht; sind die letzteren, wie bei fast allen gut gearbeiteten Mikrometern der Neuzeit, klein, so kann man beide Zwecke gleichzeitig erreichen, indem man nach Einstellung der zweiten Schraube auf den bestimmten Bruchtheil der Umdrehung das eine Object mittelst der Feinbewegung angenähert zur Bisection mit dem Faden bringt und hierauf die Einstellung mittelst der Schraube wiederholt.

Auch in der Lagerung der beweglichen Schlitten und der Verbindung der Schrauben mit denselben gehen die Constructionen auseinander. Bei der in Fig. 299 dargestellten Form, welche nach PEARSON[2]) einem TROUGHTON-schen Mikrometer angehört, bildet das Gehäuse das Gleitlager für die gabelförmigen beweglichen Schlitten, in deren Querstücken (*a* bezw. *b*) die Enden der Mikrometerschrauben befestigt sind. Auf das andere Ende jeder Schraube ist ein innen mit einem Muttergewinde versehener Kopf auf-

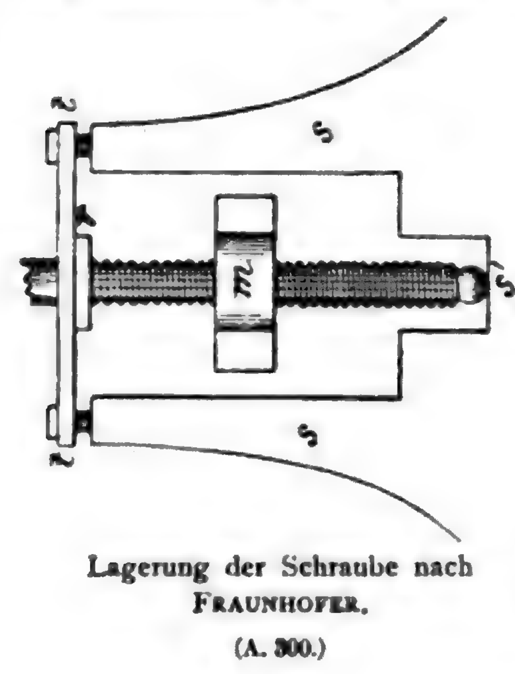


Mikrometer von TROUGHTON.
(A. 299.)

[1]) Siehe auch den Artikel »Ueber Fadennetze und deren Herstellung«. Von Dr. HUGO SCHROEDER, Central-Zeitung für Optik und Mechanik XVIII. Jahrgang.

[2]) PEARSON, Plates belonging to the second volume of an introduction to practical astronomy.

geschraubt, welcher mit einem cylinderförmigen Ansatz durch die Querseite des Gehäuses geht. Neben jeder Schraube ist ein frei durch den Schlitten hindurchgehender Stift angebracht, auf welchen zwischen Gehäuse und Schlitten eine Spiralfeder (*c*, *d*) aufgesteckt ist. Sobald nun der Kopf soweit geschraubt ist, dass er sich gegen das Gehäuse anlegt, so hat jede weitere Drehung eine Bewegung des Schlittens in der Richtung nach dem Kopf zur Folge und die Feder wird zusammengepresst; umgekehrt ertheilt die Rückwärtsdrehung vermöge der elastischen Ausdehnung der letzteren dem Schlitten die entgegengesetzte Bewegung.

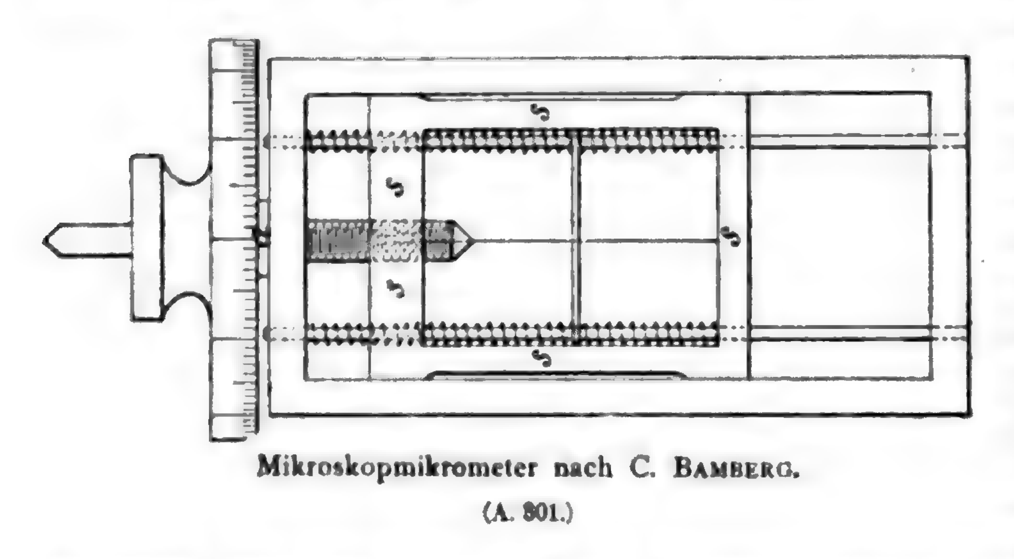


Lagerung der Schraube nach FRAUNHOFER.

(A. 300.)

Bei der FRAUNHOFER'schen Construction (Fig. 300) ist die Schraube mit dem Schlitten (*ss*), das Muttergewinde (*m*) dagegen mit dem Gehäuse verbunden. Die Schraube ist an ihrem Ende kugelförmig abgerundet und drückt damit bei der Rechtsdrehung gegen eine sehr genau gearbeitete ebene Fläche aus Stein (*s'*), wobei sie den Schlitten in der Richtung von *m* nach *s'* bewegt. Damit derselbe auch bei der Links- oder Rückwärtsdrehung mitgenommen wird, trägt die Schraube an ihrem vorderen Ende eine ringförmige Erhöhung *r*, mit welcher sie sich gegen den Steg *tt* anlegt. Der Abstand des Steges von dem Schlitten ist durch zwei Schrauben regulirbar. Es mag noch darauf hingewiesen werden, dass bei dieser Construction Spiralfedern nicht zur Anwendung kommen.

Fig. 301 zeigt eine von C. BAMBERG bei den Mikroskopmikrometern angewandte Form. Die den Schlitten (*ss*) bewegende Mikrometerschraube hat ihr Muttergewinde in diesem selbst, während sie sich mit einem vorspringenden cylindrischen oder sphärischen Ansatz (*a*) gegen das Mikrometergehäuse oder ein an diesem befestigtes Lager anlegt. Symmetrisch zu der Schraube sind auf zwei im Gehäuse befestigten und durch den Schlitten hindurchgehenden Stiften Spiralfedern angeordnet, die sich gegen die Innenfläche des Schlittens stützen und, wie oben, bei der Rechtsdrehung der Schraube zusammengedrückt werden, bei der Linksdrehung die Bewegung des Schlittens in dem entgegengesetzten Sinne bewirken.

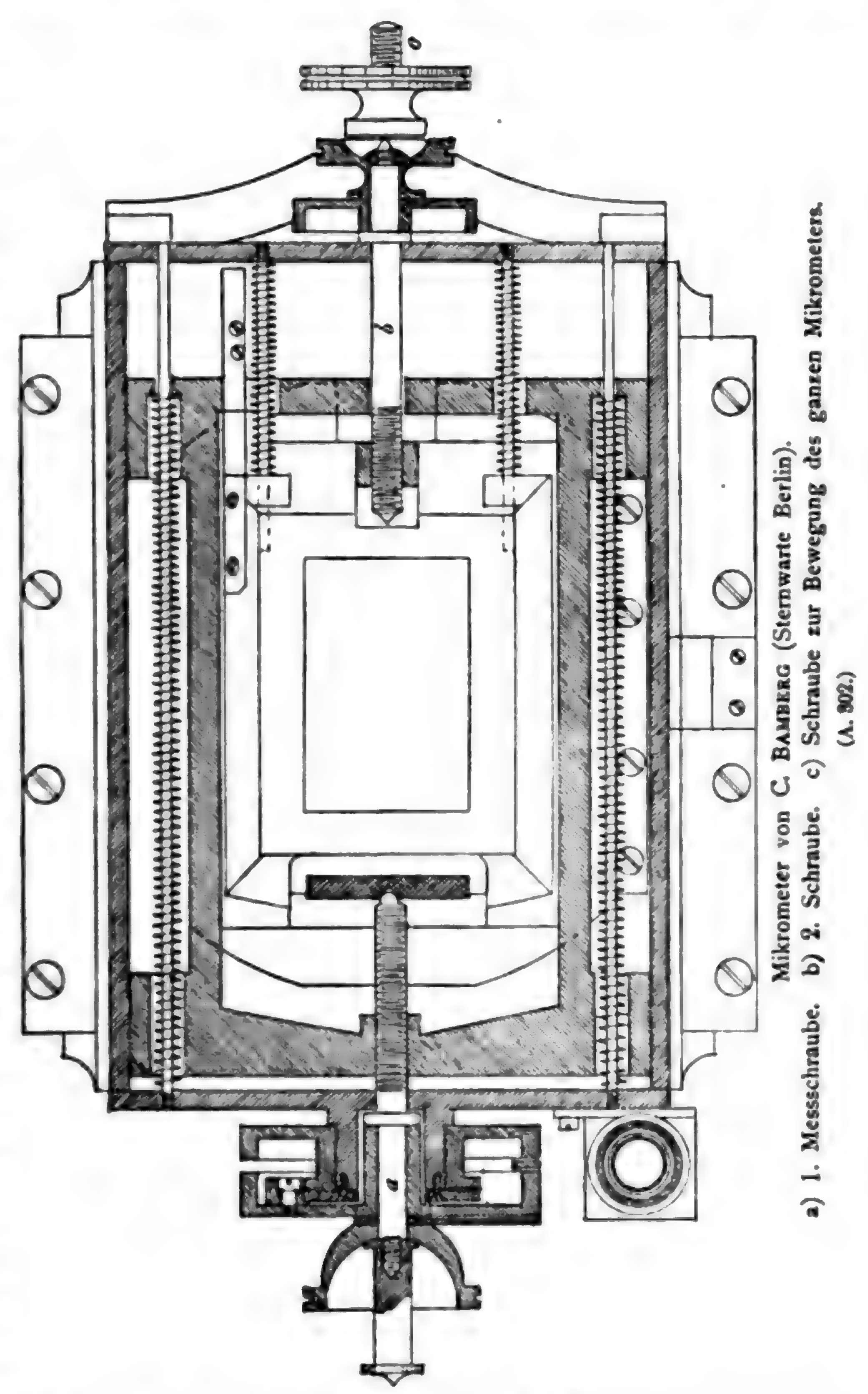


Mikroskopmikrometer nach C. BAMBERG.

(A. 301.)

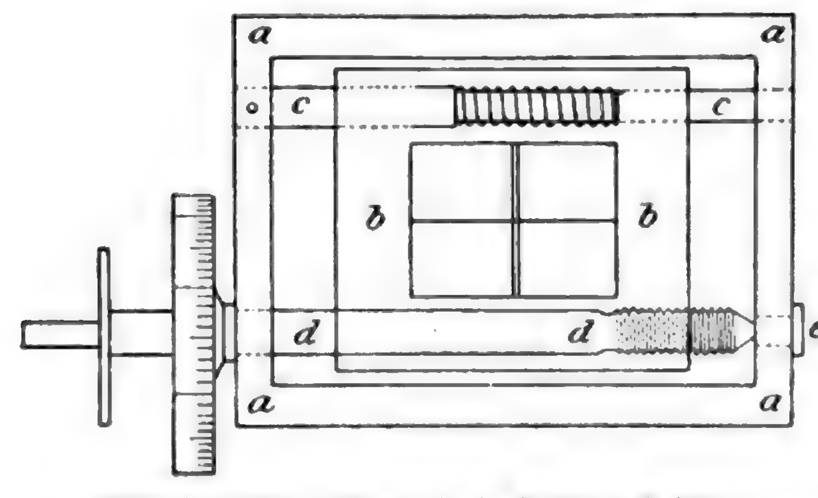
In Fig. 302 ist die Einrichtung eines von C. BAMBERG für die Berliner Sternwarte hergestellten Positionsmikrometers abgebildet; von den in der Zeichnung sichtbaren Schrauben *a*, *b* und (nur mit dem Kopf vorstehend) *c* ist *a* die eigentliche Messschraube, und ihr Widerlager ist ein Block aus hartem Stahl mit einer conischen Vertiefung, in welcher das kugelige Ende der Schraube ruht. Die Spiralfedern sind auch hier symmetrisch gelegen.

A. Repsold und Söhne legen bei ihren Mikrometern — wie aus Fig. 303 und Fig. 304 ersichtlich ist — die Schraube, welche nur die Function der Fortbewegung hat, seitlich; die Führung des Schlittens ist einem im Gehäuse befestigten Cylinder übertragen, auf dessen verjüngten Theil eine Spiralfeder aufgepasst ist, welche die Schraube durch Vermittelung des Schlittens stets gegen das Endwiderlager hält.



Mikrometer von C. Bamberg (Sternwarte Berlin).
a) 1. Messschraube. b) 2. Schraube. c) Schraube zur Bewegung des ganzen Mikrometers.
(A. 302.)

Man sieht nun leicht, dass ausser der ungenauen Form der Schraubenflächen auch die Beschaffenheit der Anlage- oder Stützflächen der Schraube Fehler erzeugen kann, die in allen Fällen periodischer Natur sind, aber je nach der Fehlerursache einen einfacheren oder zusammengesetzteren Verlauf haben. Sind z. B. bei der Constructionsart (Fig. 299 und 301) die Ansatzfläche der Schraube und das Lager an der Aussenfläche der Büchse statt genau eben mit kleinen Vorsprüngen behaftet, so werden bei jedem Umgang die Erhebungen des Schraubenansatzes auf diejenigen des Lagers treffen und Schraube und Schlitten werden sich in der Richtung der Achse periodisch verschieben. Dasselbe trifft ein, wenn bei der Construction von Fraunhofer oder derjenigen von Repsold der Stützpunkt der Schraube ausserhalb ihrer Achse liegt und zugleich das Widerlager nicht senkrecht darauf steht; aber der Fehler wird in diesem Falle einen einfacheren Verlauf haben, er wird dem Sinus der Ablesung proportional sein. Es folgt hieraus eine



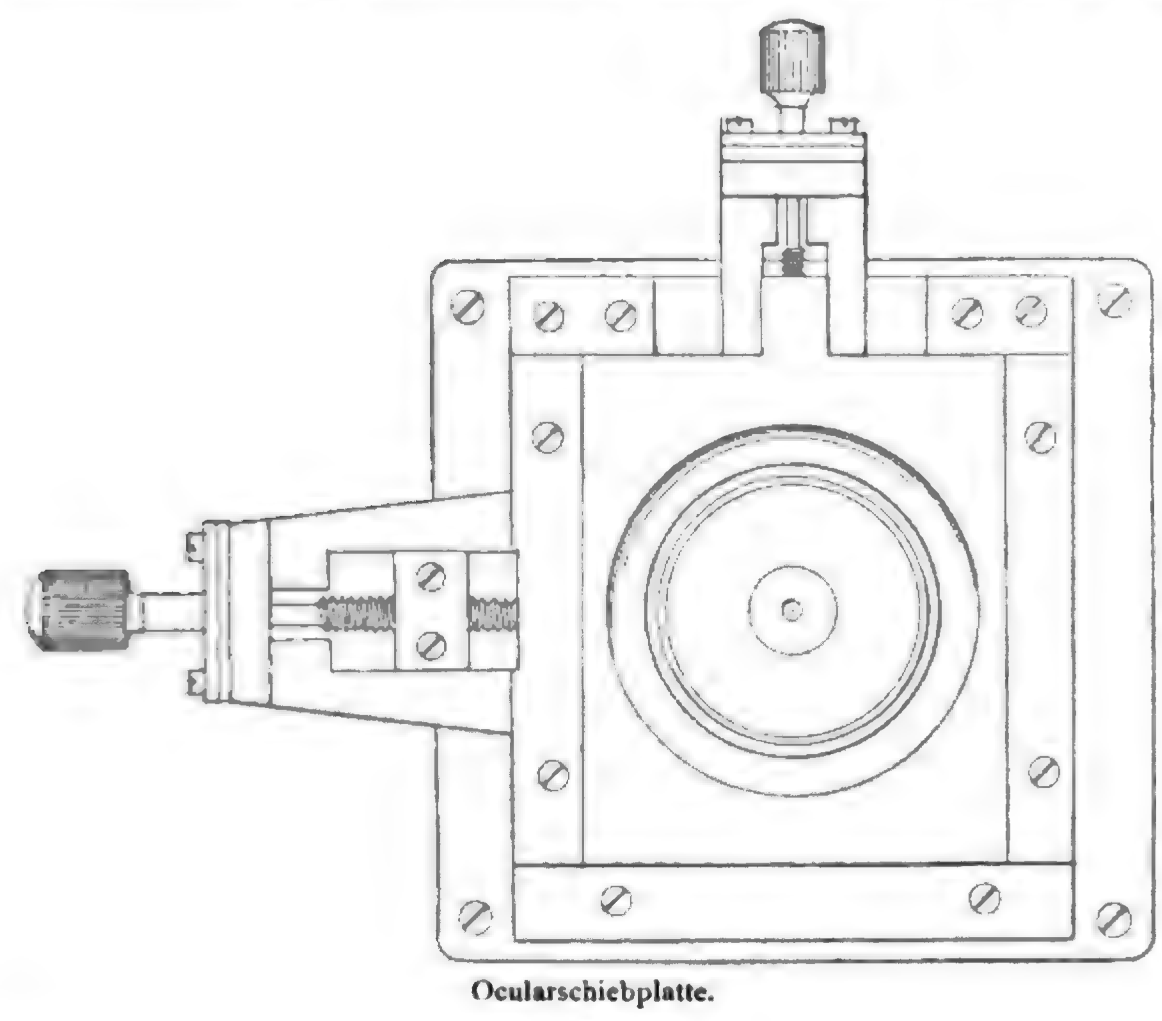
Mikroskopmikrometer nach A. Repsold & Söhne.
(A. 803.)

nicht unwichtige Bemerkung. Die periodischen Fehler werden durch Wiederholung der Messung von verschiedenen äquidistanten Punkten der Trommel aus nur dann eliminirt, wenn sie einen constanten Werth haben; benutzt man daher zur Aenderung des Coincidenzpunktes die Verschiebung der Schraube mittelst der Coincidenzschraube, so darf das Wider-

Positionsmikrometer von A. Repsold & Söhne (Sternwarte Strassburg). Bem. Die Theilung des Kreises geht in Wirklichkeit von 10 zu 10 Minuten und jede zweite Gradzahl ist numerirt
(A. 804.)

lager seine Lage in Bezug auf die Schraube in keiner Weise ändern, es muss eine Parallelverschiebung ohne jede Drehung erfahren, wie es u. a. bei den Mikrometern von REPSOLD thatsächlich der Fall ist.

Fehler anderer und meist mehr verwickelter Art werden entstehen, wenn die Schraubenachse nicht genau geradlinig, sondern gekrümmt ist, und es ist an-



Ocularschiebplatte.

(A. 304 a.)

zunehmen, dass diese Fehler in stärkerem Betrage bei der seitlichen Anbringung der Schraube auftreten, als wenn diese in die Mitte gelegt wird.

Bei allen Mikrometerschrauben ist ein sogen. todter Gang vorhanden, welcher sich darin äussert, dass bei dem Wechsel der Drehungsrichtung die Schraube um einen grösseren oder geringeren Betrag gedreht werden kann, ohne dass der Schlitten mitgenommen wird. Die Ursache hiervon liegt darin, dass zwischen den Flächen der Schraube und denen der Mutter ein kleiner Spielraum gelassen ist, welcher zur Vermeidung der starken Reibung und der damit verbundenen Abnutzung mit einer Oelschicht ausgefüllt wird; bei der Einrichtung von FRAUNHOFER wird der todte Gang ausserdem vergrössert, wenn die Schraube nicht gleichzeitig an beiden Enden anliegt; übrigens bieten hier die beiden den Steg mit dem Schlitten verbindenden Schrauben ein leichtes Mittel zur Justirung. Bei den übrigen Constructionsarten wirken die Spiralfedern dem todten Gang entgegen; da sie ihn aber, auch wegen der Veränderlichkeit der Oelschicht, nicht ganz aufzuheben vermögen, so ist man darauf angewiesen, diese Fehlerquelle dadurch zu eliminiren, dass man bei Einstellung des beweglichen Fadens auf die beiden Endpunkte der zu messenden Distanz die letzte kleine Drehung in demselben Sinne macht. Dabei pflegt man, um der Gefahr von elastischen Nachwirkungen und Reibungen am Federstift und an der Anlagestelle mehr zu entgehen, die Schraube meist in der Richtung zu drehen, welche

ein Zusammenpressen der Federn zur Folge hat. Bei dem FRAUNHOFER'schen Mikrometer, bei welchem Spiralfedern nicht vorhanden sind, werden gewöhnlich beide Drehungsarten, die Rechts- und die Linksdrehung, zulässig und sogar empfehlenswerth sein, wenn man nicht etwa wegen einer weniger sorgfältigen Herstellung der Contactfläche bei *r* (Fig. 300) Grund hat, die erste Drehungsrichtung allein anzuwenden.

Uebrigens ist, wie V. KNORRE[1]) nachgewiesen hat, das zwischen den Schraubenflächen befindliche Oel nicht ohne Gefahr für genaue Messungen, und man muss darnach trachten, die Höhe dieser Oelschicht möglichst klein zu erhalten. Dies wird im Allgemeinen, je nach der Construction und Lage des Mikrometers bei einer Drehungsart möglich sein und KNORRE hat dafür folgende allgemeine Regel aufgestellt:

»Man soll eine Mikrometerschraube stets in der Richtung drehen, durch welche diejenigen Schraubenflächen einander genähert werden, welche auch durch die Schwere und eventuell durch die Federn zusammengebracht werden. Das Drehen in der entgegengesetzten Richtung entfernt diese Flächen von einander und zwängt mehr Oel zwischen sie. Es findet dann, so zu sagen, ein Schwimmen der Schraubenmutter resp. der Schraube auf der Oelschicht statt, und für die Genauigkeit der Messungen wird zum mindesten nichts gewonnen. Bei Mikrometern ohne Federdruck sind in der horizontalen Lage der Schraube beide Drehungsarten gleichwerthig.

Diese Vorschrift wird um so mehr befolgt werden müssen, je grösser die Genauigkeit ist, welche von den Beobachtungen verlangt wird und je kleiner die zu bestimmenden Grössen sind, wie z. B. die Fehler der Schraube selbst.«

Es ist hierbei schon vorausgesetzt, dass die Schraube nicht mehr Oel hat, als unumgänglich nothwendig ist. Da der Beobachter hierfür nicht immer das richtige Urtheil hat und meist geneigt ist mehr Oel zu geben, so empfiehlt es sich, bei einer frisch geölten Schraube durch längeres Hin- und Herschrauben das überflüssige Oel zu entfernen.

Registrirvorrichtungen für die Stellung der Schraube.

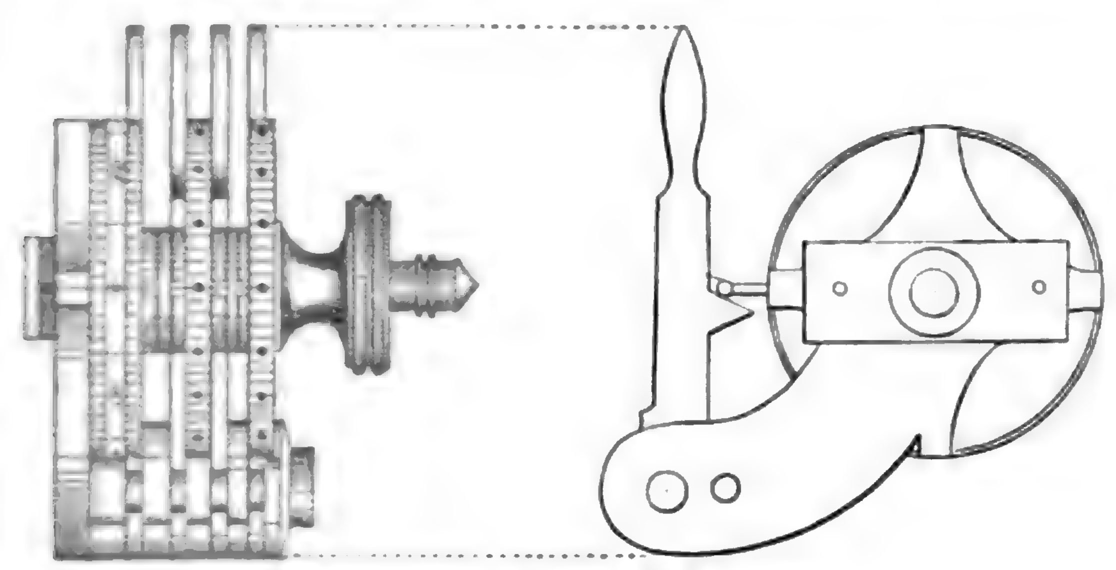
Während die Theile einer Umdrehung der Schraube auf der auf der Schraubenspindel befestigten Trommel abgelesen werden, dient zur Zählung der ganzen Umdrehungen entweder eine geradlinige Scale (siehe z. B. Fig. 308a) oder eine Zählscheibe oder Zähltrommel (Fig. 304), welche durch eine Zahnrad-Uebersetzung von der Schraube so langsam mitgeführt wird, dass sie nur einen Umgang auf den ganzen Ausschlag der Schraube macht.

Es ist nun ein nicht zu verkennender Uebelstand, dass im Allgemeinen demselben Auge, welches die Beobachtungen und Pointirungen der Objecte im Gesichtsfeld des Fernrohrs zu machen hat, die Ablesung der meist feinen Theilungen der Trommeln und Scalen zugemuthet werden muss. Denn nicht nur bedarf das Auge, namentlich bei der Ausmessung von schwächeren Objecten, in Folge der für die Ablesungen erforderlichen Beleuchtung einer längeren oder kürzeren Zeit, um wiederum für feinere Lichteindrücke empfänglich zu werden, sondern es tritt auch bald in Folge der wechselnden Accommodation und der scharfen Anspannung der Accommodationsmuskeln, welche für die Ablesung erfordert wird, ein Zustand der Ermüdung ein, welcher die Genauigkeit der Messungen beeinträchtigen muss. Hierzu kommt, dass der Beobachter nicht

[1]) V. KNORRE, Untersuchungen über Schraubenmikrometer. Astr. Nachr., Bd. 125.

selten genöthigt wird, ein günstiges Beobachtungsverfahren aufzugeben, weil zwischen den Pointirungen die Zeit zur Ablesung fehlt. Um diesen Mängeln abzuhelfen, hat man in neuerer Zeit die Mikrometer mit gewissen Registrirvorrichtungen versehen, von denen die wichtigsten hier erwähnt werden sollen.

Die einfachste, in ihrem Gebrauch allerdings beschränkte Einrichtung ist von J. A. Rogers angegeben und bei mehreren Meridiankreis-Mikrometern der



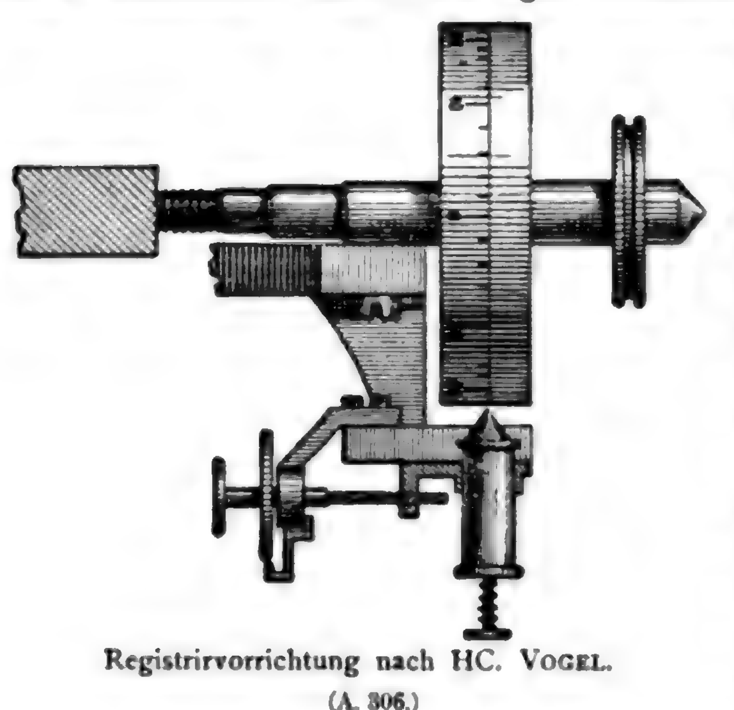
Registrirvorrichtung nach J. A. Rogers.
(A. 305)

Firma Pistor und Martins in Berlin ausgeführt worden (Fig. 305). Die Schraube trägt ausser der gewöhnlichen Trommel noch zwei andere von demselben Durchmesser, aber etwas geringerer Breite, welche untereinander und von der ersteren durch gleiche Zwischenräume getrennt sind. Die vom Kopf entferntere Haupttrommel ist an beiden Rändern mit einer Strichtheilung versehen, und die Bezifferung befindet sich in der Mitte; die beiden anderen Trommeln tragen eine correspondirende Theilung. Auf der dem Ocular zugewandten Seite der Haupttrommel ist ein fester Index vorhanden, ausserdem befinden sich neben den übrigen Theilungen vier Indices, welche je an dem Ende eines leichten, durch Reibung auf der Spindel aufsitzenden Armes angebracht sind. Die Verbindung dieser Arme mit der Spindel kann aber dadurch aufgehoben werden, dass man in ihr anderes, etwas vorstehendes Ende je einen unabhängig von der Schraube befestigten drehbaren Hebel eingreifen lässt, wie es aus der Figur ersichtlich ist; die Indices nehmen dann eine mit dem festen Index übereinstimmende Stellung ein. Das Verfahren ist nun klar; nachdem man vor der Beobachtung die beweglichen Indices eingestellt hat, löst man nach der ersten Pointirung den ersten Arm aus und zwingt dadurch den betreffenden Index mit der Trommel mitzugehen, macht hierauf die zweite Einstellung und schlägt den zweiten Arm zurück, u. s. w. Man kann so fünf Einstellungen nacheinander machen und braucht erst am Schlusse die Trommeln abzulesen; die Auslösung selbst ist durchaus sicher und kann in völliger Dunkelheit bewirkt werden. Wie oben bemerkt wurde, ist die Vorrichtung zunächst nur für wiederholte Pointirungen am Mikrometer eines Meridianinstrumentes erdacht worden, würde aber auch einer allgemeineren Verwendung fähig sein.

Eine sehr einfache und für viele Zwecke ausreichende Registrireinrichtung ist von H. C. Vogel[1]) angegeben. Die Trommel der Mikrometerschraube

[1]) H. C. Vogel, Ueber eine Registrirvorrichtung an Mikrometern. Zeitschrift für Instrumentenkunde. Jahrgang I.

(s. Fig. 306) trägt einen breiten silbernen Ring, auf welchem in der Mitte die Theilung eingravirt ist. Seitlich ist ein Farbebehälter angebracht, dessen zugespitztes, mit einer feinen Oeffnung versehenes Ende sich in geringem Abstand von der Trommel befindet. Aus dem anderen Ende desselben ragt ein feiner Stift mit Kopf hervor, der durch einen leisen Druck auf letzteren gegen die Trommel gedrückt wird und dort einen farbigen Punkt macht, und durch eine aufgesteckte Spiralfeder von selbst wieder zurückgeht. Um zu verhüten, dass bei mehrfachen Wiederholungen der Messungen die verzeichneten Punkte zu dicht aneinander fallen oder gar ineinander fliessen, ist die Farbenbüchse verstellbar. Eine auf einer Schraube befestigte Scheibe, in deren regelmässig über den Umfang vertheilte Einkerbungen eine Feder eingreift, ermöglicht es, die Schraube und damit zugleich die Farbenbüchse zu verschieben, und je nach den Dimensionen mehrere — bei dem von VOGEL benutzten Apparat, dessen Trommel 12 *mm* hoch ist, 15 — Beobachtungen übereinander aufzuzeichnen, ohne über die Reihenfolge in Zweifel zu sein. Nachdem die Stellung der Punkte an der Theilung abgelesen ist, werden dieselben wieder durch leichtes Ueberwischen entfernt, zu welchem Zweck es rathsam ist, eine Farbe anzuwenden, die sich lange feucht erhält. Uebrigens könnte, wie VOGEL bemerkt, die Vorrichtung leicht dahin verbessert werden, dass der Druck auf den Stift auf pneumatischem Wege erfolgt und dass bei dem jedesmaligen Zurückgehen des Stiftes der Farbebehälter automatisch sich versetzt.

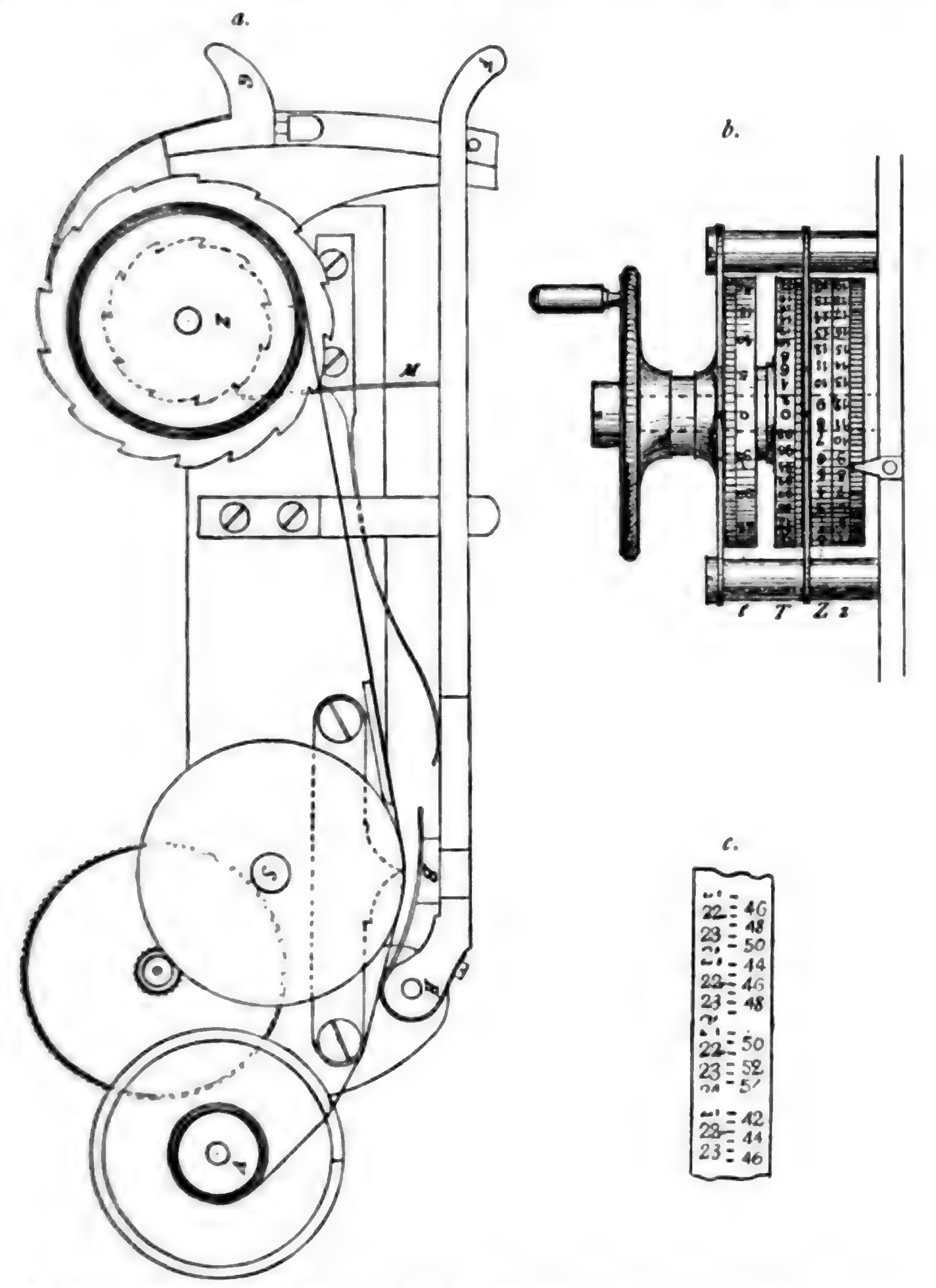


Registrirvorrichtung nach HC. VOGEL.
(A. 306.)

Eine der vollkommensten und in ausgedehntester Weise brauchbaren Registrirvorrichtungen ist der von A. REPSOLD und Söhne in Hamburg[1]) hergestellte Registrirapparat mit Typendruck. Derselbe ist in Fig. 307a, b, c nach dem Muster der am Fadenmikrometer des 18zölligen Strassburger Refractors befindlichen Einrichtung dargestellt. Zwischen der gewöhnlichen 100theiligen Trommel t und der Zählscheibe z (Fig. 307b), welche mit eingravirten Strichen und Zahlen versehen sind und im Falle der Nichtbenutzung der Registrirvorrichtung zur Ablesung dienen, sind zwei gleichartige Scheiben T und Z angeordnet, auf welchen Zahlen und Striche, ebenso wie der zwischen beiden befindliche Index, erhaben ausgearbeitet sind, die Striche als scharfkantig vortretende Zähne, so dass ein mittelst einer weichen Backe dagegen gedrückter Papierstreifen deutliche Abdrücke annimmt. Zur Schonung der Schraube sind die Scheiben nicht direct auf diese selbst, sondern auf einen am Mikrometergehäuse befestigten durchbohrten Zapfen aufgesetzt und werden von der frei hindurchgehenden Schraube durch einen Mitnehmer herumgeführt. Die Druckbacke B (Fig. 307a) besteht aus einem kleinen Tuch- oder Gummikissen und befindet sich an dem einen Ende des um den Zapfen H drehbaren Hebels, welcher an seinem freien Ende F mittelst

[1]) Zeitschrift für Instrumentenkunde, Jahrgang I.

Daumen oder Zeigefinger niedergedrückt wird, während der andere Finger an einem gegenüberliegenden Vorsprung *G* des Mikrometergehäuses seinen Halt findet. Um farbige Abdrücke zu erhalten, wird zwischen der Druckbacke und



Registrirvorrichtung mit Typendruck von A. Repsold & Söhne (Sternwarte Strassburg).

(A. 307.)

einer kleinen, am Hebel befestigten Feder ein Stückchen Blaudruckpapier eingefügt; indessen lassen auch die farblosen Abdrücke an Deutlichkeit nichts zu wünschen übrig (Fig. 307 c). Der Papierstreifen ist auf der Vorrathsrolle *V* aufgewickelt und geht unter dem Hebel und über die beiden Scheiben der Mikrometerschraube *S* hinweg zu der Zugrolle *Z*, auf welcher er in einem Schlitz be-

festigt wird. Diese Rolle ist mit einem Zahnkranz versehen und wird jedesmal, wenn der Hebel nach dem Abdruck wieder hinaufgeht, durch eine an ihm befestigte Feder ein Stück gedreht, so dass der Papierstreifen sich auf ihr aufrollt und für die folgende Registrirung eine freie Stelle in Bereitschaft ist. Die Anwendung des Apparates unterliegt keinem Bedenken, wenn die Registrirung am Schlusse der Beobachtung erfolgt, wie es wohl in den meisten Fällen zutrifft; will man mehrere Pointirungen desselben Objectes oder der beiden zu vergleichenden Objecte bei demselben Stand des Fernrohrs machen, so dürfte es, namentlich bei leichter gebauten Instrumenten, rathsam sein, sich zu vergewissern, dass durch den Druck, welcher bei der Registrirung auch bei der grössten Vorsicht auf das Fernrohr ausgeübt wird, keine Verstellung eintritt.

Es mag hier weiter auf das von J. Repsold construirte und Astr. Nachr. Nr. 3377 beschriebene Mikrometer hingewiesen werden, welches vorzugsweise für Meridianinstrumente bestimmt ist und neben einer bereits früher vorgeschlagenen und mehrfach ausgeführten Einrichtung zur Registrirung der Durchgänge von Sternen mittelst des mitbewegten Fadens auch mit Registrirvorrichtung für Declinationseinstellungen versehen ist.

Endlich hat G. Bigourdan in Paris ein Verfahren angegeben, um die Bewegungen der Trommel der Messschraube auf elektrischem Wege auf eine beliebig anderwärts befindliche und mit Uhrwerk versehene Trommel zu übertragen; in Betreff der Einzelheiten dieser Vorrichtung, welche an Einfachheit jedenfalls den anderen nachsteht, mag auf die Arbeit selbst verwiesen werden[1]).

Der Positionskreis und seine Verbindung mit dem Schraubenmikrometer.

Durch die Verbindung des Schraubenmikrometers mit einem Positionskreis entsteht das Positionsmikrometer. Fig. 308 b veranschaulicht den Zusammenhang des beweglichen und des festen Theiles bei einem Fraunhofer'schen Mikrometer[2]). Der Positionskreis *kk* ist auf das Ende eines cylindrischen Rohres aufgesetzt, welches mit seinem anderen mit Schraubenwindungen versehenen Ende an die Ocularauszugsröhre befestigt wird. Ueber dem Kreise ist eine kürzere Büchse *rr* aufgeschraubt, um welche sich ein stählerner, etwas vorspringender Ring dreht. An diesen legt sich von unten ein breiter, stählerner Federring *vv* an, welcher durch drei Schrauben *s*, von denen zwei in der Zeichnung sichtbar sind, mit dem beweglichen Theil des Mikrometers verbunden ist. Durch passendes Anziehen der Schrauben lässt es sich erreichen, dass die Drehung sanft und in allen Lagen des Instruments gleichförmig von Statten geht. Um das Mikrometer gegen den Kreis und das Fernrohr festzustellen, dient die Klemme *K* (Fig. 308 a), bestehend aus zwei Metallbacken, welche den Limbus des Kreises zwischen sich fassen und durch eine Schraube zusammengezogen werden; die Feinbewegung wird durch die Sehnenschraube *S* bewirkt, welche mit einem kugelförmigen Ansatz in entsprechenden Vertiefungen der Alhidade bei *A* gehalten wird und mit ihren Windungen in eine kugelförmige, mit der Klemme verbundene Mutter eingreift.

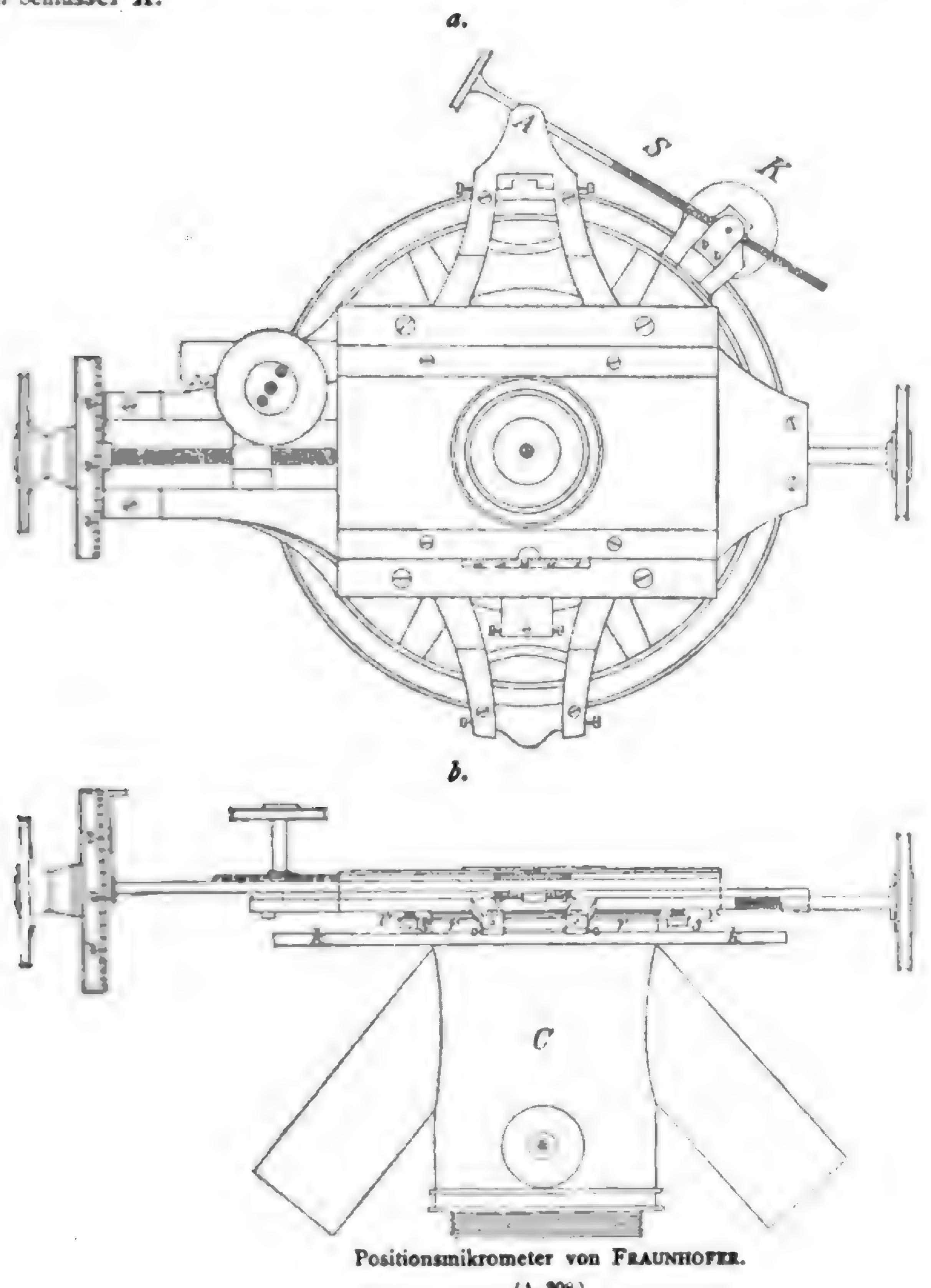
Bei dem Repsold'schen Mikrometer, welches in Fig. 304 abgebildet ist, geschieht die Feinstellung mittelst der in der Zeichnung sichtbaren Schraube ohne

---

[1]) Bulletin astronomique, Juin 1896.

[2]) Vergl. Ph. Carl, Die Principien der Instrumentenkunde. Leipzig 1863, und F. Kaiser, Eerste metingen met den micrometer. Leiden 1840.

Ende *S*; dieselbe ist auf einem Rohrzapfen, welcher sich in der den Kreis tragenden Buchse dreht, montirt und greift in einen gezahnten Sector ein, welcher mit der Grundplatte des Mikrometerkastens verbunden ist. Zur Klemmung dient der Schlüssel *K*.

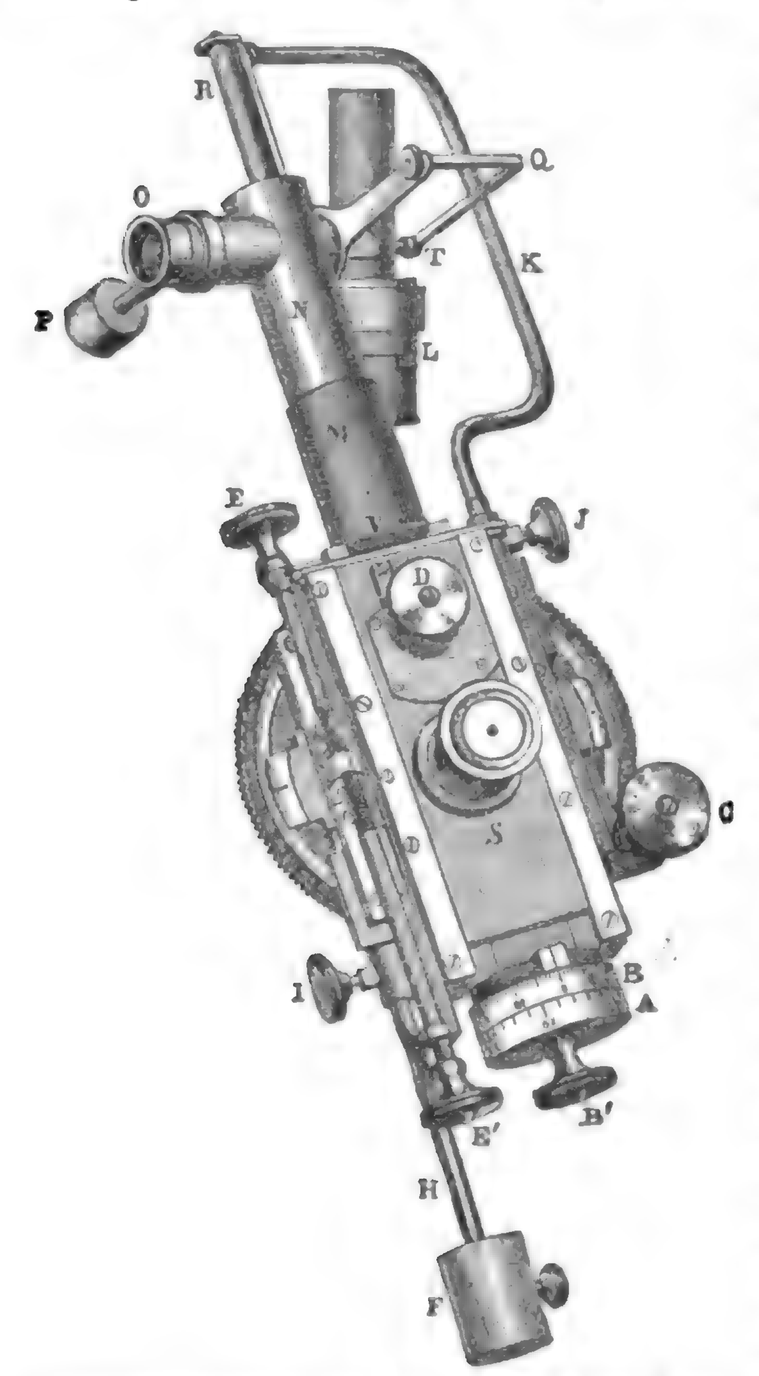


Positionsmikrometer von FRAUNHOFER.
(A. 308.)

Amerikanische Astronomen rühmen die Bewegung des Positionskreises mittelst eines oder bei grösseren Instrumenten mittelst zweier Triebe, welche in eine am Rande des Kreises angebrachte Zahnung eingreifen; man sieht diese Vorrichtung an dem CLARK'schen Mikrometer in Fig. 309.

Während bei den kleinen und mittleren Instrumenten das Positionsmikrometer ein Ganzes bildet und entweder an den Ocularauszug angeschraubt oder, in sehr viel zweckmässigerer Weise, mittelst dreier Schrauben angesetzt wird, ist bei den

grossen Refractoren der Neuzeit, namentlich denen REPSOLD'schen Ursprunges, der Positionskreis mit allen zugehörigen Theilen an dem Auszugsrohr angebracht und das Mikrometergehäuse wird mit der Kopfplatte, welche zugleich eine parallele Schiebung gestattet, durch zwei Schrauben verbunden. Diese Einrichtung ist äusserst bequem, zumal dann, wenn man verschiedene Apparate gegen einander austauschen will. Zur Positionsdrehung aus freier Hand sind die grösseren Mikrometer mit einem besonderen Anfassringe versehen. (Vergl. Fig. 310 Tafel I.)



Positionsmikrometer von A. CLARK & Sons (Lick Sternwarte). (Beleuchtungsvorrichtung nach BURNHAM.)

(A. 309.)

Der Positionskreis ist in der Regel von 15 zu 15 oder auch 10 zu 10 Minuten getheilt und kann mittelst Nonien auf ganze oder halbe Minuten abgelesen werden. Die Nonien sind entweder in der üblichen Weise hergestellt und schleifen auf dem Kreise, oder liegen mit ihm in derselben Ebene, oder sie sind auf Glas photographirt und befinden sich in kleinen Mikroskopen im gemeinschaftlichen Focus von Ocular und Objectiv (REPSOLD).

Beleuchtungsvorrichtungen.

Bei den neueren Mikrometern können die Fäden in doppelter Weise sichtbar gemacht werden, positiv oder negativ; die erstere Beleuchtung findet statt, wenn das von der künstlichen Lichtquelle in das Fernrohr geworfene Licht nicht anders als durch Reflexion oder Brechung an den Fäden in das Auge des Beobachters gelangt, die Fäden folglich als leuchtende Linien auf dunklem Grunde gesehen werden -- Fadenbeleuchtung; die Fäden werden negativ sichtbar, wenn (sogen. falsches) Licht von der Objectivseite in das Ocular geworfen wird, so dass sie, nur in der Mitte etwas durchscheinend, gleichsam als Unterbrechungen des hellen Gesichtsfeldes oder als dunkle Linien auf hellem Grund erscheinen, — Feldbeleuchtung. Es mögen im Nachfolgenden einige der gebräuchlichen Beleuchtungs-Vorrichtungen beschrieben werden, wobei auch der älteren FRAUNHOFER'schen Einrichtung gedacht werden möge, weil sie, wenn auch durch die Verbesserungen der neueren Zeit überholt, als Vorbild gedient hat. Bei dem FRAUNHOFER'schen Mikrometer (Fig. 308 b), ist die Büchse, welche an das Fernrohr angeschraubt wird auf ihrer Mantelfläche mit einer Reihe ovaler Oeffnungen versehen; um sie dreht sich eine andere cylindrische Röhre *C*, welche an zwei einander gegenüberliegenden

Tafel I



Positions-Mikrometer
(A. REPSOLD & Söhne in Hamburg)
(A. 310)

Verlag von EDUARD TREWENDT.

Stellen durchbohrt ist und um 45° geneigte Röhren trägt, in welche eine kleine Lampe eingeschoben werden kann. Correspondirt die Stellung der Röhre mit einer Oeffnung der inneren Büchse, so fällt das Licht der Lampe auf die Fäden und macht sie als lichte Linien sichtbar; ein vor die Flamme gesetzter papierner Schirm mit stufenweiser Absorption dient zur Regulirung der Helligkeit. Es ist hierbei auf zweierlei zu achten. Zunächst muss, damit die Fäden gleichmässig erleuchtet werden, die Ebene, welche durch die Achse des Oculars und die Lichtquelle geht, senkrecht auf der Richtung der Fäden stehen, und es ist daher nothwendig, bei einer Drehung des Mikrometers auch mit dem lampentragenden Cylinder nachzurücken, was natürlich den Gebrauch erschwert. Hierzu kommt, dass in Folge der cylinderförmigen Gestalt des Fadens die von seinem Mantel reflectirte Lichtlinie keine constante Lage beibehält, sondern sich mit der Stellung des Fadens gegen Ocular und Lichtquelle ändert; der bei Einstellung des Fadens auf zwei verschiedene Objecte durchlaufene Weg entspricht daher nicht strenge den Angaben der Schraubentrommel. Aber auch bei der Messung sehr kleiner Distanzen kann aus derselben Quelle ein merklicher Fehler entspringen, wenn das eine der beiden zu vergleichenden Objecte sehr hell, das andere dagegen schwach ist; denn auf dem hellen Sternscheibchen verschwindet die Beleuchtung des Fadens und die Pointirung wird mit dem »negativen« Fadenbilde ausgeführt, während der schwächere Stern mit der einseitig gelegenen Lichtlinie eingestellt wird. Uebrigens werden diese Fehler, auf welche zuerst W. STRUVE[1]) aufmerksam gemacht hat, vermieden, wenn man die Fäden in der auch in der Einrichtung vorgesehenen Weise von zwei entgegengesetzten Seiten beleuchtet und die dadurch entstehende Doppellinie zur Messung benutzt. Was die Feldbeleuchtung angeht, so sind die älteren Münchener Instrumente von vornherein nicht darauf eingerichtet worden, sie konnte aber meist nachträglich leicht eingeführt werden, indem im Innern des Rohres, und nicht weit vom Ocular, ein versilberter elliptischer Spiegelring befestigt wurde, welcher das Licht einer in eine Büchse an der Aussenwand des Rohres eingesetzten Lampe in das Ocular und das Auge des Beobachters zurückwarf.

Von den Unbequemlichkeiten und den Mängeln der älteren FRAUNHOFERschen Beleuchtung sind die neueren Vorrichtungen, bei denen meist dieselbe Lampe sowohl die Beleuchtung des Feldes als der Fäden erzeugt, mehr oder weniger frei. Bei dem 6zölligen REPSOLD'schen Refractor der Strassburger Sternwarte befindet sich die Lichtquelle am Ende eines 23 *cm* langen Rohres, welches in 16 *cm* Abstand vom Ocular in das Fernrohr eingeschraubt ist. Aus dem Lampenrohr fällt das Licht auf einen ausserhalb des Strahlenkegels befindlichen versilberten Spiegel und wird von da auf einen kleinen Spiegel in der Nähe der Objectivmitte geworfen, von welchem es durch Reflexion nahe central in das Auge gelangt und die Fäden negativ sichtbar macht. Dieselbe Lampe wirft das Licht auf zwei Prismen, von deren Hypothenusenflächen es reflectirt wird und auf einen im Mikrometerkasten nahe der Fadenebene angebrachten conischen weissen Ring fällt. Das von diesem wieder ausgehende Licht bricht sich an den Fäden und macht sie leuchtend. Der Uebergang von der einen Beleuchtung zur anderen wird durch die Drehung des Spiegels bewirkt, durch welche zugleich je nach der Lichtmenge, die auf den kleinen Objectivspiegel oder auf die Prismen fällt, die Helligkeit regulirt wird.

[1]) W. STRUVE, Mensurae micrometricae, pag. X; daselbst wird als Abstand der Mitten der beiden Lichtlinien im 9zölligen Dorpater Refractor 0."46 angegeben.

Statt der zwei getrennten Strahlenbüschel dient bei den grösseren Positionsmikrometern von Repsold ein einziger von einem Spiegel unter 45° erzeugter Lichtconus, welcher den Vorzug einer noch gleichförmigeren Lichtvertheilung hat.

Bei den mittleren und grossen Refractoren der Neuzeit wird die Beleuchtungslampe nicht nur zur Sichtbarmachung der Fäden, sondern in sehr sinnreicher und ökonomischer Weise auch zur Beleuchtung aller derjenigen Theile des Instruments, welche während der Beobachtung zeitweise sichtbar sein müssen, als Positionskreis, Schraubentrommeln, Fokalscale, Kreistheilungen u. s. w. verwendet. Wir lassen hier im Auszug eine auch ohne Zeichnung verständliche Beschreibung der Beleuchtungsvorrichtungen am 30zölligen Repsold'schen Refractor zu Pulkowa folgen, welche von den Künstlern selbst herrührt[1]); die Einrichtung ist derjenigen am 18zölligen Refractor in Strassburg ähnlich, aber noch umfassender.

»Hinter dem Positions-Mikrometer trägt das grosse Auszugs-Rohr an seinem cylindrisch vorgezogenen Kopfe noch ein rechtwinklig abgehendes Rohr, an dessen Ende die Lampe zur Beleuchtung aller in der Nähe des Oculars sichtbar zu machenden Theile hängt. Dieses Beleuchtungsrohr trägt zugleich ein elektrisches Zifferblatt (von Hipp in Neuchâtel), dessen Fläche parallel zum Positionskreise liegt. Die Lampe hat die Form einer gewöhnlichen cylindrischen Blendlaterne; sie ist mit einer guten Linse versehen, durch welche das Licht, nachdem es an einem durch die doppeldrehende Aufhängung bedingten Planspiegel in 90° reflectirt worden ist, auf die grosse plan-convexe Linse am Ende des Beleuchtungsrohres geworfen wird. Diese Linse lässt die Lichtstrahlen parallel austreten, welche nun den ganzen Querschnitt des Rohres ausfüllen. Sie werden in folgender Weise verwandt: der äusserste Reif trifft am anderen Ende des Beleuchtungsrohres einen Glas-Linsenring, durch den seine Strahlen zu einem hohlen Lichtconus zusammengezogen und nach Reflexion an einem elliptischen Spiegelring zu einem hinter der Fadenplatte liegenden, in 45° conischen, weissen Ring gelangen. Das von dem weissen Ring wieder ausgehende Licht bricht sich an den Fäden und lässt sie weiss erscheinen. Der weisse Ring ist an vier um 90° von einander liegenden Theilen seines Umkreises unterbrochen; da er aber mit dem Mikrometer herumgeht und der von der Lampe kommende Lichtbüschel ringsum gleichmässig ist, so ist die Beleuchtung der Fäden unabhängig von dem Positionswinkel. Von den vier für die Fadenbeleuchtung nicht benutzten Theilen des Lichtbüschels werden zwei (durch zwei Prismen in 180° Abstand) für die Beleuchtung der zwei Mikroskope des Positionskreises und ein dritter Theil des Lichtbüschels znr Beleuchtung der beiden Schraubentrommeln für ganze Umgänge und Hunderttheile ausgenutzt. Dienen so die äussersten Strahlen des Lichtcylinders zur Fadenbeleuchtung, so werden die mittelsten Strahlen für die Feldbeleuchtung benutzt, während das noch dazwischen übrig bleibende Licht für die Kreise etc. verwendbar ist. Die mittelsten Strahlen treten ungebrochen durch den Linsenring, durchkreuzen den Strahlenkegel des Fernrohrs und treffen jenseits desselben auf einen Planspiegel in 45°, welcher sie auf einen anderen, in der Fernrohrtrommel angebrachten Spiegel hinwirft; von dort gelangen sie unter sehr spitzem Winkel zur optischen Achse ins Ocular. Für diese beiden Beleuchtungen ist eine gemeinschaftliche Dämpfungs-Vorrichtung in der Nähe des Linsenringes angebracht. Sie besteht aus sechs Blechschirmen, welche in der Fläche des Linsenringes liegen und sich durch eine davor drehende Scheibe mit spiralförmigen Einschnitten je an einem Führungsstift radial ver-

[1]) Zum 50jährigen Bestehen der Nicolai-Hauptsternwarte. Petersburg 1889.

schieben lassen. Die Schirme sind an der äusseren Kante nach einem Bogen abgearbeitet, welcher beim Vorrücken der Schirme nach aussen einen allmählich schmäler werdenden und doch annähernd in sich gleich breiten Reif übrig lässt, der endlich ganz verschwindet; die inneren Kanten der Schirme dagegen sind tangential geschnitten und so bemessen, dass sie gerade bei Abschluss des äusseren Lichtreifes für Fadenbeleuchtung die für die Mittelstrahlen gegebene Oeffnung ebenfalls noch verschlossen halten. In dieser Stellung hat man also weder helles Feld, noch helle Fäden, und dies ist die Mittelstellung der Spiralscheibe. Dreht man sie nach der einen Seite weiter, so öffnet sich der äussere Reif, die Fäden treten allmählich hervor und erreichen bei grösster Oeffnung des Reifes ihre grösste Helligkeit. Wird in der anderen Richtung gedreht, so lassen die Schirme eine kleine, sechseckige Oeffnung entstehen, und das Feld wird allmählich beleuchtet. Die Drehung der Scheibe wird durch einen aussen vortretenden Arm bewirkt; derselbe bewegt sich neben einem Bogen mit einem verstellbaren Anschlag, der den Zweck hat, nach jedesmaliger Ablesung der Mikroskope wieder denselben Grad der Beleuchtung herzustellen.«

Auf die Beleuchtung des Declinations- und des Stundenkreises, sowie des elektrischen Zifferblattes vermittelst zweier im Beleuchtungsrohr befindlichen elliptischen Spiegelringe braucht hier nicht weiter eingegangen zu werden; dagegen mag nicht unerwähnt bleiben, dass auch die Scale zur Focussirung am Auszugs-Rohr durch einen Theil des für die Feldbeleuchtung dienenden Lichtbüschels beleuchtet wird, und dass die Farbe der Feld- oder Fadenbeleuchtung durch einen vor der Lampe angebrachten Drehschirm mit farbigen Gläsern geändert werden kann.

Eine so ausgiebige und zweckmässige Ausnutzung einer einzelnen Lampe, wie die hier geschilderte, ist im Allgemeinen nur bei Instrumenten von grösseren Dimensionen möglich; bei kleineren und mittleren Instrumenten, bei welchen übrigens auch ohne grosse Opfer an Bequemlichkeit auf manche bei den grossen Fernröhren fast unumgänglich nothwendige Einrichtungen, wie die Ablesung der Kreise vom Ocularende aus u. a. verzichtet werden kann, benutzt man in neuerer Zeit vielfach kleine elektrische Glühlampen, welche sich überall leicht anbringen lassen und keinen schädlichen Wärmeeinfluss ausüben. Beispielsweise werden durch das in dem Gehäuse *G* Fig. 304 eingeschlossene elektrische Licht von 4 Volt die Trommeln der Schraube und der Positionskreis an den unter den Mikroskopen liegenden Stellen beleuchtet, während die Beleuchtung des Feldes und der Fäden durch ein zweites Licht erfolgt, welches sich in dem Lampenrohr (s. pag. 129) befindet und mittelst eines dem Beobachter bequem gelegenen Umschalters abwechselnd mit dem ersteren in die Leitung eingeschaltet wird. Zur Dämpfung des Lichtes ist ein Widerstand aus Kohlenscheibchen vorhanden. Von anderen Vorrichtungen zur Sichtbarmachung der Fäden mögen hier noch folgende erwähnt werden. Bei den Refractoren von J. MERZ in München werden Feld und Fäden durch vier Glühlampen beleuchtet, welche sich in einem Holzring am Mikrometer befinden. Der Holzring ist auf einer Hülse drehbar, welche acht Oeffnungen hat, denen eine gleiche Anzahl von Beleuchtungsspiegeln gegenüberstehen. Vier derselben dienen für die Feld-, die vier übrigen zur Fadenbeleuchtung. Der Uebergang von der einen Beleuchtung zur anderen wird durch eine Drehung des Ringes um $\frac{1}{8}$" bewirkt. Zur Dämpfung dienen farbige Gläser, welche auf einem zweiten, zwischen den Spiegeln und den Glühlampen befindlichen Ringe angebracht sind. Dieselben Lampen beleuchten auch den Positionskreis und die Trommeln der Mikrometerschraube. An dem 12- und an dem 36zölligen Refractor der Lick-Sternwarte ist die Beleuchtungs-

vorrichtung von A. CLARK & Sons nach einem Plane von BURNHAM ausgeführt[1]. Der Arm K (Fig. 309) mit dem Lampenträger und die Stange H mit dem Gegengewicht F sind an einer Platte unter dem Mikrometergehäuse befestigt, während das Rohr M, welches leicht über N hinweggeht, mit diesem selbst verbunden ist. Das Licht der Lampe, die in allen Lagen durch das Gegengewicht P vertikal erhalten wird, fällt auf einen im Rohr N angebrachten und zur Moderirung von O aus drehbaren Spiegel und gelangt nach Concentration mittelst einer Linse in das Gehäuse und auf die Fäden. Um eine einseitige Beleuchtung zu vermeiden, ist am anderen Ende des Mikrometerkastens ein kleiner Reflector angebracht, welcher das Licht von der entgegengesetzten Seite auf die Fäden wirft. In dem Rohre M befindet sich bei V ein Spalt zur Aufnahme farbiger Gläser.

Bei dem grossen Refractor der Wiener Sternwarte ist die Fadenbeleuchtung von HOWARD GRUBB in der Weise hergestellt, dass das Licht der Lampe zuerst auf vier Prismen oder Reflectoren fällt, welche gegenüber der Declinationsachse im Rohre angeordnet sind. Von hier gelangt das Licht durch Röhren zu vier kleineren Reflectoren, welche die Fadenplatte umgeben und es unter einem solchen Winkel auf die Fäden werfen, dass die Möglichkeit einer Beleuchtung des Feldes durch falsches Licht ausgeschlossen ist. Ueber andere Constructionen von GRUBB ist auf eine Abhandlung in »The scientific proceedings oft the Royal Dublin Society 1880 Nov. 15« zu verweisen.

Zum Schlusse mag hier noch der sehr sinnreichen Methode, die Fäden als helle Linien auf dunklem Grunde sichtbar zu machen, gedacht werden, welche E. ABBE angegeben und S. CZAPSKI in der Zeitschrift für Instrumentenkunde, V. Jahrgang, beschrieben hat. Die Methode beruht auf dem bekannten Satze, dass alle Strahlen, welche vom Objectiv und vom Ocular regelmässig gebrochen werden und in das Auge gelangen, durch den Augenkreis hindurchgehen, dagegen irgend welche andere in das Fernrohr hineingelassene Lichtstrahlen ohne weiteres nicht durch denselben hindurch treten können. Begegnen diese letzteren aber den Spinnenfäden des Mikrometers, so werden sie durch Brechung, wobei die Fäden als Cylinderlinsen wirken, und durch Beugung von ihrem Wege abgelenkt und treten zum Theil durch den Augenkreis aus. Hat man also im Fernrohr eine lichtaussendende Fläche, welche ausserhalb des vom Objectiv zum Ocular gelangenden Strahlencomplexes liegt, z. B. einen ringförmigen Spiegel, welcher den letzteren völlig frei lässt, so braucht man nur in der Ebene des Augenkreises ein Diaphragma von genau gleicher Grösse vor das Ocular zu setzen, um die Fäden als helle Linien auf dunklem Grunde zu sehen, und dasselbe wieder zu entfernen, um helles Feld zu erhalten. Das Verfahren ist besonders bei kleineren Instrumenten, die von vornherein nicht auf Fadenbeleuchtung eingerichtet sind[2], leicht anwendbar[3]).

REPSOLD'S Balkenmikrometer.

Um bei äusserst lichtschwachen Objecten, insbesondere Kometen und Nebelflecken, welche auch nicht die geringste Beleuchtung der Fäden ertragen, genaue

[1]) Publications of the Lick Observatory, Vol. I.

[2]) Vergl. O. KNOPF, Jahresbericht der Sternwarte in Jena V. J. S. d. Astr. Ges. 1892 ff.

[3]) Bei der grossen Bedeutung, welche die Beleuchtung der Mikrometervorrichtungen für exacte Messungen hat, möge hier auf den lehrreichen Aufsatz von W. FOERSTER, »Ueber die Beleuchtung der Mikrometer-Einrichtungen in Teleskopen und Mikroskopen und einige damit verwandte Fragen. Zeitschrift für Instrumentenkunde, Jahrgang I.« hingewiesen werden.

Messungen auszuführen, bedient man sich mit Vortheil des Balkenmikrometers. Dasselbe unterscheidet sich von dem Fadenmikrometer nur darin, dass an Stelle der Spinnenfäden flache Metallfäden eingezogen sind, die sich auf dem durch das Sternenlicht immer noch ausreichend erleuchteten Himmelsgrund deutlich erkennen lassen. Da es wegen der Focaldifferenz nicht thunlich ist, die Balkenebenen soweit auseinander zu legen, dass die beweglichen Balken an den festen vorübergehen können, so ist zur Bestimmung der Coincidenzstellung folgende einfache Vorrichtung getroffen. Auf dem festen Rahmen und dem beweglichen Schlitten sind ausser den Balken auch etliche Spinnenfäden in der Weise angeordnet, dass einerseits die Coincidenz der beweglichen Balken mit den festen Fäden, und andererseits die Coincidenz der beweglichen Fäden mit den festen Balken und Fäden gemessen werden kann. Es ist klar, dass aus der Combination dieser beiden Coincidenzen die Schraubenstellung abgeleitet werden kann, welche einer Deckung eines beweglichen Balkens mit einem festen entsprechen würde. Die hierzu erforderlichen Beobachtungen werden bei Feldbeleuchtung ausgeführt.

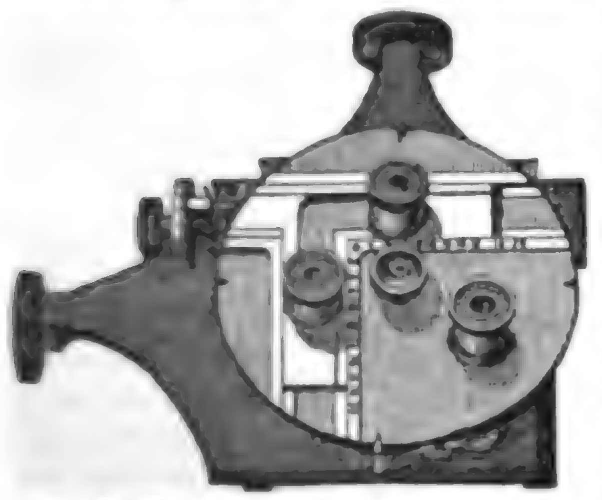
A. CLARK's New Mikrometer for measuring large distances.

A. Clark hat im Jahre 1859 ein Mikrometer construirt, welches relative Positionsbestimmungen zweier Objecte bis zu Distanzen von einem Grad zu liefern bestimmt ist. Um dies zu erreichen, sind zwei Oculare (kleine Einzellinsen) vorhanden, welche soweit auseinander gerückt werden, bis die beiden Sterne nahe in der Mitte ihres Gesichtsfeldes erscheinen. In die Bildebene wird hierauf ein Rahmen eingeschoben, in welchem zwei mit je einem Faden versehene Schlitten parallel und unabhängig von einander bewegt werden können. Nachdem die Fäden durch Drehung des ganzen Mikrometers senkrecht zur Verbindungslinie der beiden Objecte gestellt sind, wird jeder Faden auf das betreffende Object eingestellt, wobei das Auge in rascher Aufeinanderfolge abwechselnd durch das eine Ocular und durch das andere sieht. Ist die gleichzeitige Bisection gelungen, so wird der Rahmen entfernt und die Entfernung der beiden Fäden unter einem achromatischen Mikroskop durch eine Mikrometerschraube ausgemessen.

Einen ähnlichen Zweck, nämlich Messung von Winkeln, welche grösser sind als das Gesichtsfeld eines einzelnen Oculars, verfolgt das

Duplex-Mikrometer von HOWARD GRUBB.

In der Focalebene des Fernrohrs befindet sich eine planparallele Glasplatte von etwa 2½ engl. Zoll im Quadrat, auf welcher 21 feine parallele Linien in einem Abstand von je 0·1 Zoll und 2 dazu senkrechte in 2 Zoll Entfernung mit Diamant gezogen sind. Die äussersten Linien bilden daher ein vollständiges Quadrat von 2 Zoll. Längs der einen Seite dieses Quadrats und äusserst nahe der Glasplatte ist ein Mikrometerschlitten verschiebbar, welcher ein System von 11 unter sich und mit den 21 Glaslinien parallelen Spinnenfäden trägt, die je um ⅕ Zoll von einander abstehen. Zur Beobachtung der beiden Objecte trägt die Deckplatte zwei Oculare, (Fig. 311), die sich parallel und senkrecht



Duplex-Mikrometer von Howard Grubb. (A. 311.)

zu den Fäden in passenden Nuthen bewegen. In denselben Richtungen kann das Mikrometer als Ganzes mittelst der beiden in der Zeichnung sichtbaren Schraubenköpfe verschoben werden. Man kann demnach, je nach der Stellung, welche man den Linien durch Drehung des Apparates um die Rohrachse giebt, Rectascensions- und Declinationsdifferenzen oder Abstände messen, und zwar durch Anschluss an das Strichsystem bis zu 2 Zoll, ohne dass die Messschraube über ⅛ Zoll in Anspruch genommen wird. Natürlich muss das Strichsystem einer genauen Prüfung unterworfen werden, zu welchem Zweck auch noch ein drittes, festes Ocular in die Deckplatte eingesetzt ist. Beobachtungen mit diesem Mikrometer sind von PRITCHARD in Oxford gemacht worden und in Band XLVII der »Memoirs of the Royal Astronomical Society« mitgetheilt. Der benutzte Apparat ist eingehend untersucht worden und die Resultate können durchaus als befriedigend angesehen werden. Allerdings überschreitet das Maximum des gemessenen Bogens nicht 26 Minuten, und es ist anzunehmen, dass mit zunehmender Entfernung der Bilder von der optischen Achse des Objectivs auch die Fehler wachsen werden. In jedem Falle können die beiden letztgenannten Mikrometer und besonders das erstere nicht den Grad von Leistungsfähigkeit beanspruchen, welcher dem gewöhnlichen Faden- oder Positionsmikrometer innerhalb der Grenzen seiner Anwendbarkeit zukommt; für Präcisionsmessungen, welche ausserhalb dieser Grenzen liegen und bis zu Abständen von 2°, ist das auf dem Princip der Doppelbilder beruhende Objectiv-Mikrometer (Heliometer) zweifellos das geeignetste Instrument.

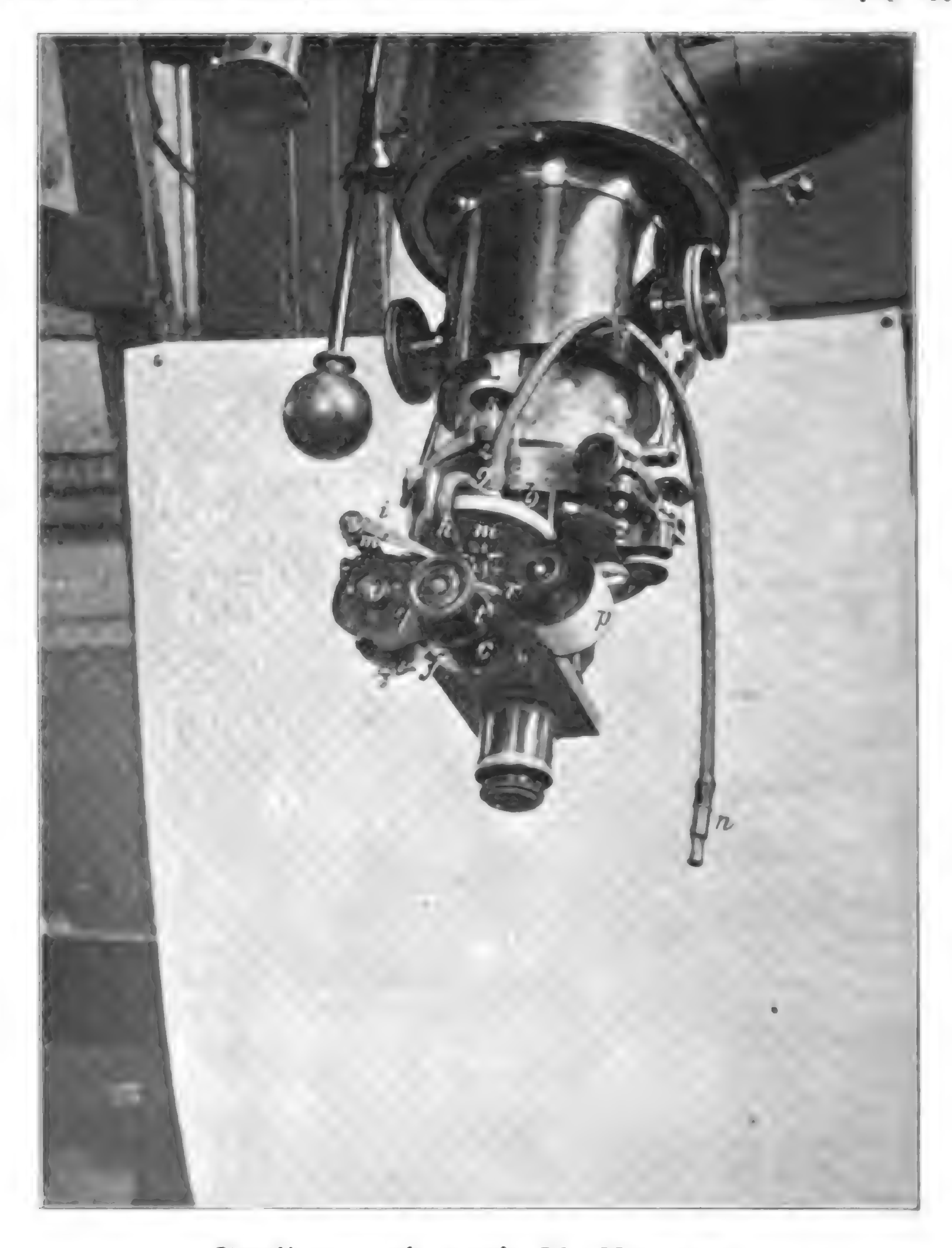
Declinograph von V. KNORRE.

Der nach einer Idee von F. TIETJEN und einem Entwurf von V. KNORRE von R. FUESS in Steglitz construirte Declinograph[1]) ist ein mit einer besonderen Registrirvorrichtung für Declination versehenes Fadenmikrometer. Der Zweck, welcher bei der ursprünglichen Herstellung verfolgt wurde, ging dahin, unter gleichzeitiger Anwendung eines Chronographen nach Rectascension und Declination die Oerter zahlreicher Sterne gewisser Himmelsflächen, in welchen z. B. ein Planet aufgesucht werden sollte, wenn auch nicht mit äusserster Schärfe, so doch mit einer für viele Zwecke ausreichenden Genauigkeit und jedenfalls mit weniger Aufwand an Mühe und Zeit als nach bisherigen Methoden zu verzeichnen. Dass dieser Zweck gleich von vornherein in vollem Maasse erreicht worden ist, darüber ist nach den vielen tausend von KNORRE an diesem Apparat gemachten relativen Ortsbestimmungen kein Zweifel übrig. Nach mehrfachen, auf Grund der gesammelten Erfahrungen vorgenommenen Verbesserungen hat sich aber weiter das günstige Resultat ergeben, dass, wenn es sich nicht um eigentliche Mappirungsarbeiten, sondern um Anschlussbeobachtungen von nur zwei Himmelskörpern, also die Ortsbestimmung eines Planeten oder Kometen handelt, die Genauigkeit der Beobachtungen derjenigen gleich kommt, welche den Messungen an einem Fadenmikrometer der üblichen Construction im Allgemeinen eigen ist.

---

[1]) Vergl. W. FOERSTER, Bericht über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung 1879. — V. KNORRE, Ueber ein neues Mikrometer zum Registriren von Declinationsdifferenzen. Astr. Nachr., Bd. 93. — V. KNORRE, Ueber die Genauigkeit der mittelst des Declinographen beobachteten Declinationen. Astr. Nachr. Bd. 100. — V. KNORRE, Ueber die Genauigkeit der Zonenbeobachtungen, welche mit Anwendung des sogen. Declinographen am Berliner Aequatoreal ausgeführt werden. Astr. Nachr. Bd. 114. Ferner V. J. S. der Astr. Gesellschaft, Berlin Jahresberichte 1881, 1882.

Tafel II



Declinograph nach V. KNORRE,
construirt von R. FUESS (Sternwarte Berlin)
(A. 312)

Verlag von EDUARD TREWENDT.

Von der dem Apparat ursprünglich gegebenen Form giebt KNORRE a. a. O. folgende Beschreibung. Das Mikrometer ist ein Fadenmikrometer, mit dessen beweglichem Faden die Declinationen und an dessen darauf senkrechtem festen Faden die Durchgangszeiten der Sterne beobachtet werden. Die jedesmalige Lage des zur Declinations-Einstellung dienenden beweglichen Fadens gegen die optische Achse des Fernrohrs wird nicht mit einer Mikrometerschraube gemessen, sondern dadurch messbar gemacht, dass man im Augenblick der Einstellung eines Sterns einen Papierstreifen gegen eine Stahlspitze, welche, wie das Ocular auf dem Schlitten des beweglichen Fadens befestigt ist und sonach seine Bewegungen genau mitmacht, andrückt und dadurch eine punktartige Marke auf dem Streifen macht. Zugleich mit dieser beweglichen Spitze wird aber durch denselben Handgriff der Papierstreifen gegen eine an den festen Theilen des Ocularstückes angebrachte Stahlspitze, deren Verbindungslinie mit der beweglichen Spitze parallel zu der Richtung der Declinationsbewegung des Schlittens ist, angedrückt, und der Abstand zwischen der von der beweglichen und der von der festen Spitze gemachten Marke auf dem Streifen stellt die Fixirung der jedesmaligen Declinationseinstellung dar.

Die Schraube, mittelst welcher der den beweglichen Faden und die eine Stahlspitze tragende Schlitten bewegt wird, ist eine Schraube mit sogen. vierfachem Gewinde, sie hat daher eine Steigung, welche einen sehr schnellen Uebergang von einem Stern zum andern und dennoch eine hinreichende Feinheit der Einstellung gestattet. Bei jeder Drehung rückt auch der Papierstreifen weiter, und durch eine Combination von Zahn- und Sperrrädern ist dafür gesorgt, dass dieses Fortrücken, wie auch die Schraube gedreht wird, stets in demselben Sinne, von der Vorrathsrolle nach der Walze, auf der sich das Papier aufrollt, erfolgt.

Obwohl bereits die einzelnen Theile von vornherein so angeordnet sind, dass das Andrücken des Streifens gegen die Stahlspitze in der Richtung der Fernrohrachse geschieht, so ist, um jedwede durch die Hand zu verursachende Druckcomponente senkrecht auf das Rohr auszuschliessen, der Apparat auch mit einer pneumatischen Druckvorrichtung versehen worden, welche durch Zusammendrücken und Loslassen eines Gummiballs in Thätigkeit gesetzt wird.

Hat, wie schon erwähnt wurde, der Declinograph in der eben beschriebenen Form ganz den Ansprüchen, die an ihn gestellt wurden, genügt, so gilt dies in noch erheblich grösserem Maasse von der verbesserten Construction, welche in Fig. 312, Tafel II, wiedergegeben ist. Der wesentliche Unterschied dieser neuen Form von der alten besteht darin, dass früher die Schraube nur zur Fortbewegung des Schlittens, jetzt aber auch als Messschraube benutzt wird. Zu diesem Zwecke trägt die Schraube eine Trommel *t*, auf welcher sich eine Reihe von Stiften befindet, die stufenförmig in gleichen Abständen angeordnet und mit feinen Spitzen versehen sind. Die Trommel ist nach dem Ocular zu von einem halbcylinderförmigen Blechstück *c* verdeckt. Zwei andere Spitzen sind, in demselben Abstand von der Schraubenachse und mit ihr in einer Ebene liegend, die eine fest am Gehäuse, die andere an dem beweglichen Schlitten angebracht; die erstere dient als Index, die zweite zum Zählen der ganzen Revolutionen. Wird nun nach der Pointirung eines Sternes mit dem Faden der Papierstreifen gegen die Schraubentrommel angedrückt, so werden die beiden letztgenannten Spitzen und eine oder zwei nahe in derselben Richtung liegende Trommelspitzen einen Eindruck in das Papier machen, und man kann mittelst einer mit geeigneten Linien versehenen Glasscale ausser der ganzen Revolution die jedesmalige

Drehungsphase, welche der Stellung des beweglichen Fadens entspricht, mit Leichtigkeit ablesen.

Das Andrücken des Streifens geschieht auch hier durch eine pneumatische, aber gegen früher verbesserte Vorrichtung. An das hohle Messingstück *n* wird ein weiteres Stück Gummischlauch angesetzt, an dessen anderem Ende ein Gummiballon befestigt ist, welcher am zweckmässigsten in einer Tretvorrichtung untergebracht wird. Durch ein kurzes, derbes Auftreten bläht sich die Blechbüchse *b* auf und treibt den durch den Rahmen *r* gehenden Papierstreifen gegen die Spitzen der Trommel. Während aber bei dem ersten Apparat die Mikrometerschraube selbst mit der Fortbewegung des Streifens belastet war, wird derselbe Zweck hier in der folgenden sinnreichen Weise erreicht. Die dem Gummiballon entströmende Luft zertheilt sich nach zwei Richtungen; ein Theil nimmt den vorhin beschriebenen Weg, der andere tritt durch den über die Büchse gebogenen Gummischlauch *g* in die Röhre *mm'* und treibt in dieser einen Kolben von *m* nach *m'*. Der Kolben steht mit einer schmalen Messingplatte in Verbindung, die unter der Rolle *q* sitzt, um die Achse dieser Rolle drehbar ist und an ihrem anderen Ende *e* eine kleine gekrümmte Feder *f* trägt, welche an ihrem rechten Ende in einen Haken ausläuft. Wird nun der Kolben in der Richtung von *m* nach *m'* geschleudert, so gleitet der Haken der kleinen Feder *f* von links nach rechts über den Umfang der gezahnten Scheibe hinweg und hakt im Augenblick des Stillstandes bei dem zuletzt erreichten Zahne fest. In demselben Moment tritt eine durch den Kolben in der Röhre zusammengepresste Spiralfeder in Wirksamkeit und treibt ihn und die drehbare Messingplatte mit der Feder *f* zurück und bewirkt dadurch eine kleine Drehung der Rolle *q* von rechts nach links, wodurch zugleich die Vorrathsrolle um ein weniges gedreht und eine frische Stelle des Streifens für die folgende Registrirung bereit wird. Um dem Uebelstande zu entgehen, dass durch die gleichzeitig vor sich gehende Registrirung und Vorwärtsbewegung des Papieres anstatt Punkte Striche eingerissen werden, treibt die Blechbüchse zu derselben Zeit mit dem Papierstreifen den um *i* drehbaren Haken *h* in den gezahnten Umfang der oberen Scheibe der Zugrolle *q* und hält diese so lange fest, bis der Papierstreifen die Spitzen wieder verlassen hat.

Das Fadennetz des Declinographen besteht nur aus wenigen Fäden, einem festen Stundenfaden für Durchgangsbeobachtungen und zwei dazu senkrechten festen Fäden, welche einen Anhalt für die Breite der aufzunehmenden Zonen geben sollen; auf dem beweglichen Schlitten, welcher auch das Ocular trägt, ist nur e i n Faden für die Declinations-Einstellungen aufgespannt.

Wie oben angeführt worden ist und auch aus der vorstehenden Beschreibung hervorgeht, kann der Declinograph, namentlich in seiner verbesserten Form, bei Anschlussbeobachtungen, die in Ruhe ausgeführt werden können, trotz der grösseren Ganghöhe der Schraube mit dem gewöhnlichen Fadenmikrometer concurriren; sein eigentliches Arbeitsgebiet wird aber die rasche und zugleich genaue Aufnahme von kleineren Theilen des Himmels sein, und voraussichtlich wird er hier noch lange Zeit neben der photographischen Abbildung mit Vortheil verwandt werden können. Bei der Wiederaufsuchung eines nicht allzu erheblich von der Vorausberechnung abweichenden kleinen Planeten wird er sogar vor der photographischen Aufnahme den Vorzug gewähren, dass der Ort des Himmelskörpers zugleich mit einer Genauigkeit bestimmt wird, welche der Ausmessung des auf der Platte (strichförmig) abgebildeten Objectes in vielen Fällen merklich überlegen ist.

Lichtbild-Mikrometer.

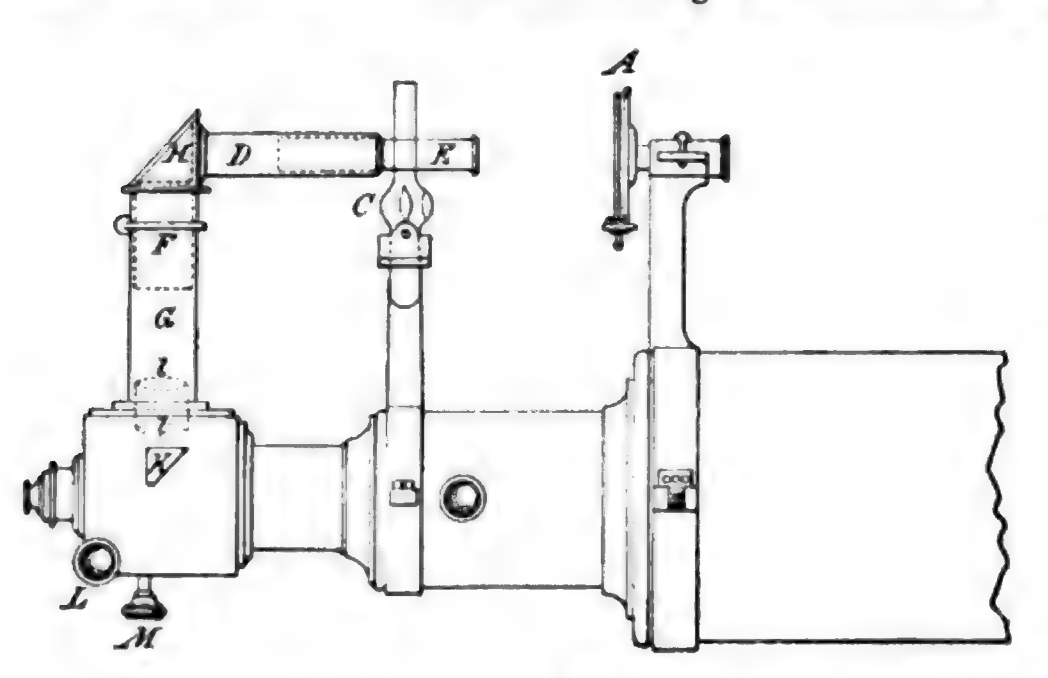
Mit diesem Namen werden die Mikrometer bezeichnet, bei welchen die Messvorrichtung ausserhalb der Bildebene des Objectivs liegt und nur ein Bild derselben in der Focalebene erzeugt wird. Es ist eine in der Beugung des Lichtes begründete Erscheinung, dass, wenn man einen materiellen Faden mit dem Rande des Bildes einer erleuchteten Scheibe in Berührung zu bringen versucht, das Licht an den Fäden gleichsam abfliesst und der Faden, statt den Rand zu berühren, ihn bedeckt; die scheinbare Berührung findet schon statt, wenn in Wirklichkeit der Faden noch einen gewissen Abstand von der Scheibe hat Eine ähnliche störende Erscheinung tritt auch bei Fixsternen auf, indem das Bildchen bei der Bisection durch den materiellen Faden deformirt und in der Richtung senkrecht zum Faden verlängert wird. Es wird so bisweilen unmoglich, die Distanzen enger, aber sonst noch deutlich trennbarer Doppelsterne mit Sicherheit zu messen, weil der Raum zwischen den beiden Componenten mit gebeugtem Licht angefüllt wird. Man würde diesen Uebelständen begegnen können, wenn sich in der Bildebene statt des eigentlichen Mikrometers nur ein Bild desselben befände, denn es würden damit die Bedingungen für das Auftreten von Beugungserscheinungen wegfallen und das Bild des Fadens könnte ungestört mit dem Bilde des Objectes in Berührung gebracht werden. Der erste Versuch, ein Lichtbildmikrometer zu construiren, rührt von C. A. Steinheil aus dem Jahre 1827 her; zwar verfolgte Steinheil dabei noch nicht den Zweck, den er bei seinen späteren Vorschlägen im Auge hatte, die störenden Diffractionserscheinungen zu vermeiden, vielmehr sollte jenes Mikrometer nur dazu dienen, den Astronomen, welche auf Veranlassung der Berliner Akademie der Wissenschaften mit der Herstellung neuer Sternkarten beschäftigt waren, ein bequemes Hülfsmittel für die angenäherte Ortsbestimmung von schwächeren Sternen an die Hand zu geben. Steinheil [1]) befestigte auf dem Objectiv seines Fernrohrs ein zweites kleineres Objectiv und brachte in seine Focalebene ein rechtwinkliges Netz, welches aus einem Silber- oder Elfenbeinplättchen ausgeschnitten war und durch ein seitlich befindliches Licht erleuchtet wurde. Auf diese Weise erhielt man zugleich mit den Bildern der Sterne ein leuchtendes Bild des Netzes und konnte die relative Lage zweier Sterne mit der hier erforderlichen Genauigkeit abschätzen. Die Mängel dieser Vorrichtung, deren grösster darin bestand, dass ein nicht unbedeutender und gerade der centrale Theil des Hauptobjectivs verloren ging, wenn das zweite Objectiv ein hinreichend helles Bild des Netzes entwerfen sollte, waren nicht zu verkennen, und sie veranlassten Steinheil zu einer Reihe von Abänderungsvorschlägen, welche zugleich den Zweck verfolgten, das Lichtbildmikrometer auch für Präcisionsmessungen geeignet zu machen. Diese Aenderungen laufen im Wesentlichen auf eine andere Anordnung der einzelnen Theile hinaus. So wurde das kleine Objectiv nicht mehr vor das Hauptobjectiv gesetzt, sondern zwischen diesem und dem Ocular, jedoch ausserhalb des Strahlenkegels und mit der Achse senkrecht zur Achse des Beobachtungsfernrohrs angebracht; vor ihm wurde ein unter 45° geneigter kleiner Metallspiegel oder ein kleines Glasprisma befestigt, welches in den Lichtconus des Hauptobjectivs eingriff und das Bild des Netzes in die Bildebene des Fernrohrs brachte. Wurde das Mikrometerobjectiv mit einem Ocular versehen, so konnte die Messvorrichtung sich in beliebigem Abstand von demselben befinden und daher auch in grösserem Maassstab hergestellt werden. Man war so im Stande, hell leuchtende gerade Linien

[1]) Astr. Nachr. Bd. 5.

oder Kreise auf dunklem Grunde oder auch dunkle Linien in dem (schwach) erleuchteten Gesichtsfeld zu erzeugen, ja es hätte selbst keine Schwierigkeit gehabt, nach den STEINHEIL'schen Plänen ein vollständiges Positions-Mikrometer mit Fadenbildern herzustellen.

Noch bevor STEINHEIL die Verbesserungen seiner ursprünglichen Einrichtung in dem SCHUMACHER'schen Jahrbuch für 1844 veröffentlichte, hatte VON LAMONT für denselben Zweck eine ähnliche Vorrichtung ersonnen und in dem Jahrbuch der Königl. Sternwarte bei München für 1840 beschrieben. Die Mikrometervorrichtung VON LAMONT's wird durch eine Glasplatte gebildet, auf deren vorderer, mit einer Lackschicht geschwärzten Seite feine Linien eingerissen sind, welche das Licht einer hinter der Platte befindlichen Lampe durchlassen. Die Strichebene befindet sich im Focus eines Objectivs, aus welchem die Strahlen parallel austreten und nach Reflexion in einem total reflektirenden Prisma auf ein zweites Objectiv fallen; die aus diesem Objectiv austretenden Strahlen werden an einer in den Strahlenkegel des Fernrohrs eingeschalteten planparallelen Glasplatte reflectirt und in der Bildebene vereinigt. Die Einrichtung ist hiernach von der STEINHEIL'schen im Princip nicht wesentlich verschieden.

Von den späteren Versuchen, Bilder der Messvorrichtungen in der Bildebene des Hauptfernrohrs zu erzeugen, mögen hier nur kurz die Vorschläge und Ausführungen von STAMPFER und von K. VON LITTROW genannt werden, welche hauptsächlich den Zweck verfolgten, die mit Fadenbeleuchtung nicht versehenen Instrumente auf möglichst einfache Weise für die Beobachtung von schwachen Sternen geeignet zu machen. Sie gleichen sich alle darin, dass die von beleuchteten Linien oder von einer leuchtenden feinen Oeffnung ausgehenden Strahlen nach Reflexion an einem geneigten Planspiegel oder an spiegelnden kleinen Kugeln durch eine Linse in der Hauptbrennebene des Fernrohrs zu einem Bilde vereinigt werden; im Gegensatz zu den früheren Einrichtungen liegen aber alle Theile ausserhalb des Lichtconus des Fernrohrs. Es mag noch erwähnt werden, dass VON LITTROW für die Beobachtung der lichtschwächsten Sterne unterbrochene leuchtende Linien verwandte.



Lichtbild-Mikrometer nach G. P. BIDDER von J. BROWNING.

(A. 313.)

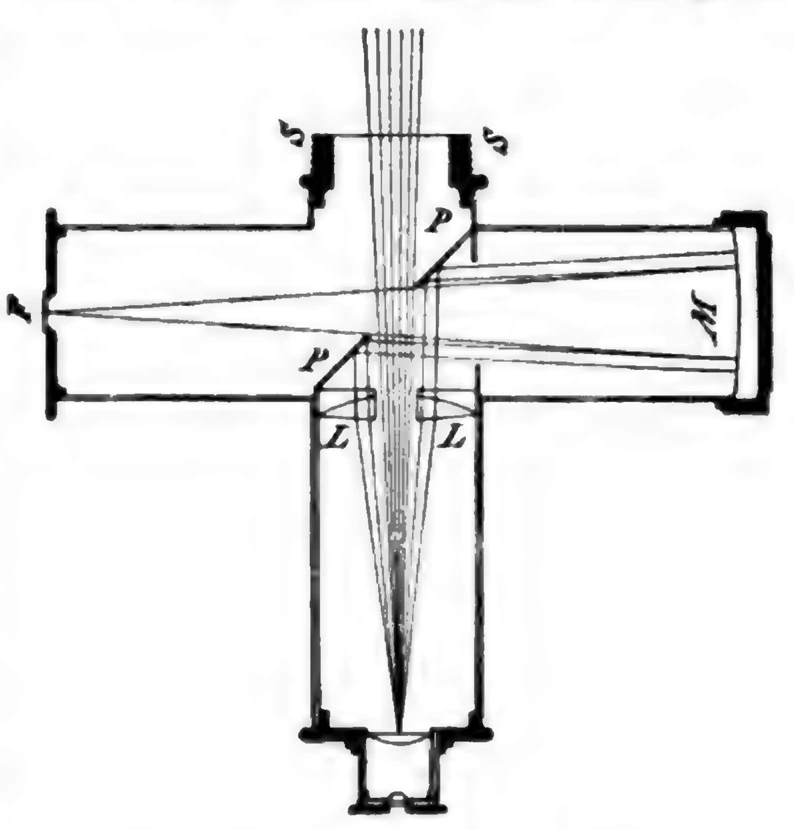
Ein eigentliches Positionsmikrometer mit lichten Fadenbildern scheint zuerst von J. BROWNING nach dem Plane von G. P. BIDDER hergestellt worden zu sein[1]). Dasselbe ist in Fig. 313 dargestellt. *A* ist das Mikrometer, welches sich von einem Positionsmikrometer nur

[1]) Monthly Notices, Vol. XXXIV, 1874.

dann unterscheidet, dass es kein Ocular enthält. Die Fäden werden durch die Lampe *C* beleuchtet; die von ihnen ausgehenden Strahlen fallen durch das Rohr *DE* auf das Prisma *H*, werden hier in das Rohr *FG* reflectirt und durch die beiden achromatischen Convexlinsen *ll* nach abermaliger Reflexion durch das Prisma *K* in der Focalebene des Fernrohrs wieder zur Vereinigung gebracht.

Das Prisma *K* liegt ausserhalb des vom Objectiv kommenden Lichtkegels, ist aber — sicherlich nicht zum Vortheil des Apparates — durch die Schrauben *L* und *M* verstellbar, so dass das bei den gewählten Verhältnissen der Abstände der Linsen von den Fäden und der Bildebene stark (⅓) verkleinerte Bild nach allen Seiten des Gesichtsfeldes geworfen werden kann. Zur Herstellung von unterbrochenen Linien wird in das Rohr *E* eine Blende eingefügt, welche den mittleren Theil der Fäden verdeckt.

Vielleicht die beste und am wenigsten Bedenken ausgesetzte Construction eines Lichtbildmikrometers rührt von Howard Grubb[1]) her und ist in Fig. 314 wiedergegeben. Der Apparat besteht äusserlich aus zwei senkrecht zu einander stehenden Röhren, von denen die eine bei *S* an den Ocularauszug des Fernrohrs angeschraubt wird. Das Querrohr trägt bei *F* das Mikrometer, welches entweder ein einfaches Netz bezw. ein Kreis oder auch ein Fadenmikrometer sein kann, und am anderen Ende einen versilberten Concavspiegel *M*, dessen Radius etwas grösser ist als die Distanz zwischen *F* und *M*. *PP* ist ein versilberter Planspiegel, dessen elliptische Oeffnung gross genug ist, um den ganzen, vom Objectiv kommenden Strahlenkegel durchzulassen. Zwischen diesem Spiegel und dem Ocular ist eine entsprechend weit durchbohrte achromatische Linse *L* eingeschaltet, welche die Convergenz der von *M* kommenden Strahlen noch vergrössert und dadurch ein kleineres Ocularrohr anzuwenden gestattet.



Lichtbild-Mikrometer von Howard Grubb.

(A. 314.)

Die Lichtbildmikrometer haben im Ganzen wenig Anwendung gefunden; denn so gross auf der einen Seite der Vortheil ist, der für gewisse Messungen in dem Fortfallen aller Beugungserscheinungen liegt, so stehen ihm — auch abgesehen von einer gewissen Beschränkung des Gebrauches, die man vielleicht zu gross anzuschlagen geneigt ist, da bei dem Grubb'schen Mikrometer die Bilder auch auf den hellsten Theilen der Mondscheibe sichtbar sein sollen — andere schwerwiegende Nachtheile gegenüber. Insbesondere kommt hier die Abhängigkeit der Lage der Fadenbilder auf der Netzhaut von der Ocularstellung in Betracht, welche im

---

[1]) Ch. E. Burton and Howard Grubb, On a new form of ghost micrometer for use with astronomical telescopes. Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society 1880 Nov. 15.

Allgemeinen um so grösser ist, je schmaler die Lichtbündel und je grösser ihre Neigung gegen die Achse des Hauptstrahlenkegels sind. Gerade in dieser Hinsicht dürfte das zuletzt beschriebene Mikrometer den Vorzug vor den übrigen verdienen. In jedem Falle wird man aber bei diesen Apparaten mehr als bei den anderen mikrometrischen Einrichtungen peinlich darauf zu achten haben, dass die Bildebene des Objectivs mit der Ebene der Fadenbilder zusammenfällt und das Ocular für das Auge scharf eingestellt ist. Zwar wird ein Theil der aus der Nichterfüllung dieser Bedingungen entspringenden Fehler bei relativen Messungen aus dem Resultate herausfallen, so lange die Ocularstellung und die Einstellung und Accommodation des Auges unverändert bleiben; aber auch dann können grosse Verschiedenheiten in der Auffassung eintreten, wenn die mit einander zu verbindenden Sterne ungleich hell sind[1].

Messungen mit dem Fadenmikrometer.

Berichtigung des Focus; Wahl der Beleuchtung.

Eine mikrometrische Messung wird nur dann in zuverlässiger Weise ausgeführt werden können, wenn die Bildebene und die Mikrometerebene zusammenfallen. Um dies zu erreichen, stelle man das Ocular scharf auf die Fäden ein und verschiebe hierauf die Ocularzugröhre, welche das Mikrometer trägt, bis das Bild des Objects, am besten ein an der Grenze der Trennbarkeit gelegener Doppelstern, die grösste Schärfe zeigt. Da man bekanntlich in derartigen Fällen die richtige Stellung erst erkennt, wenn man darüber hinausgelangt ist, so macht man die Einstellungen der Ocularröhre in doppelter Weise, einmal von innen nach aussen und zweitens von aussen nach innen; das Mittel der Ablesungen der für diese Berichtigungen dienenden Focalscale entspricht dann der normalen Stellung, auf welche der Ocularauszug eingestellt werden muss. Da die Focalberichtigung hiernach wesentlich von der genauen Einstellung des Oculars auf die Fäden abhängt, so ist es rathsam, auch schon hier ein ähnliches Verfahren eines abwechselnden Nähern und Entfernen zu befolgen. Bei Feldbeleuchtung ist noch besonders darauf zu achten, dass, wenn man bei vorläufiger Focalberichtigung den Faden auf einen helleren Stern stellt, das mit der künstlichen Beleuchtung erzeugte Schattenbild des Fadens gegen das auf das Sternscheibchen projicirte Stück keine Ausbiegung zeigt; wenn eine solche vorhanden, wie es bei nicht centraler Beleuchtung und ungenügender Einstellung des Oculars der Fall ist, so bringt man dieselbe durch Aenderung der Ocularstellung zum Verschwinden und wiederholt hierauf die Einstellung auf den Stern.

Was die Wahl der Beleuchtung angeht, so verdient, so lange die Helligkeit der Objecte es zulässt, die Feldbeleuchtung, vorausgesetzt, dass sie nach richtigen Principien hergestellt ist und dass insbesondere die Achsen der dazu verwandten Lichtkegel mit der Achse des bilderzeugenden Strahlenkegels nahe zusammenfallen, vor der Beleuchtung der Fäden entschieden den Vorzug. Denn nicht nur nähert sie sich mehr als die andere der vollkommensten Art der Beleuchtung, als welche man diejenige betrachten muss, bei welcher sich das Object und das Fadenelement durch Strahlen von genau identischem Verlauf auf der Netzhaut abbilden[2], wie es bei der Erleuchtung des Fadens durch das Object selbst, ferner bei Tagbeobachtungen und bei hellem Mondschein der Fa

---

[1]) Vergl. auch hierüber den oben citirten Aufsatz von W. Foerster, Ueber die Beleuchtung der Mikrometervorrichtungen u. s. w.

[2]) W. Foerster, a. a. O.

ist, sondern es scheint auch, dass die Auffassungsweise bei Benutzung dunkler Fäden eine gleichförmigere ist, als bei hellen Fäden[1]). Uebrigens lässt sich die Sichtbarkeit schwächerer Sterne in hellem Feld durch Contrastwirkung erhöhen, indem man dem zur Beleuchtung des Feldes dienenden Licht durch Einschaltung eines farbigen Glases einen rothen Ton verleiht. Die Wirkung ist, abgesehen von den Sternen, welche selbst überwiegend rothes Licht enthalten, überraschend, da bei Auswahl der richtigen Nüance beinahe eine ganze Grössenklasse gewonnen wird. Dasselbe Mittel wird zuweilen auch bei der Beleuchtung der Fäden angewandt; indessen ist hierbei grosse Vorsicht geboten, da, wenn die Einstellungen nicht in der Mitte des Gesichtsfeldes erfolgen, eine ungenügende Achromasie des Oculars oder des Auges merkliche Fehler erzeugen kann[2]).

Die Fehler des Instruments und der Aufstellung.

Die Beobachtungen mittelst des Faden-(Positions-)Mikrometers und ihre Berechnung werden merklich erleichtert, wenn die Fehler des parallaktisch montirten Instruments gewisse Grenzen nicht übersteigen. Es sind hierbei zwei Arten von Fehlern zu unterscheiden, einmal diejenigen, welche von der nicht genauen Aufstellung des Instrumentes herrühren, und zweitens die Fehler, welche dem Instrument als solchem anhaften; erstere lassen sich in allen Fällen verringern, letztere können entweder auch weggeschafft werden oder sie sind vom Künstler von vornherein auf einen Betrag reducirt, der entweder ganz vernachlässigt werden kann oder wenigstens als eine kleine Grösse betrachtet werden darf, dessen höhere Potenzen übergangen werden können. Es wird nützlich sein, hier die hauptsächlich in Betracht kommenden Formeln zusammenzustellen und das Verfahren kurz zu erläutern, welches zur Bestimmung der Instrumental- und Aufstellungsfehler dient.

Die Bezifferung der Kreise werde so angenommen, dass, wenn das Fernrohr im Meridian und nach dem Aequator gerichtet ist, bei Declinationsachse (Kreisende) vorausgehend die Ablesung beider Kreise nahe 0 zeigt und die Angaben des Stundenkreises mit dem Stundenwinkel, des Declinationskreises mit der Declination wachsen. Ferner seien

x und y die Coordinaten des Poles der Stundenachse in Bezug auf den Weltpol, x in der Richtung des Meridians und positiv nach Süden, y senkrecht zum Meridian und positiv nach Westen gezählt,

$90 - i$ der Winkel zwischen der Stundenachse und der Declinationsachse, erstere positiv nach Norden, letztere positiv nach dem Kreisende zu gerechnet,

$90 - k$ der Winkel zwischen der Declinationsachse und der positiv nach dem Objectiv zu gerechneten optischen Achse

a der Coefficient der Biegung der Declinationsachse, positiv, wenn ihr Pol durch die Biegung dem Zenit genähert wird,

b der Coefficient der Biegung des Rohres, positiv, wenn das Ocularende sich stärker durchbiegt,

T und D die Ablesungen von Stunden- und Declinationskreis bei A. v. (I)

T' und D' „ „ „ „ „ „ „ A. f. (II)

τ und ε die Indexfehler „ „ „ „

t und δ der Stundenwinkel und die Declination eines Objectes zur Zeit der Einstellung — dann ist, wenn $i' = i + a \sin \varphi$ (φ = Polhöhe) gesetzt wird und

[1]) H. Struve, Beobachtungen des Neptunstrabanten am 30 zölligen Pulkowaer Refractor 1894.

[2]) S. Newcomb, The Uranian and Neptunian Systems. Washington Observations 1873. App. I.

die zweiten und höheren Potenzen der Fehler und ihre Producte übergangen werden:

$$\text{A. v.} \left\{ \begin{aligned} t &= T + \gamma - x \sin t \tan d + y \cos t \tan d - i' \tan d + k \sec d \\ &\quad - a \cos \varphi \cos t - b \cos \varphi \sin t \sec d \\ d &= D + c - x \cos t - y \sin t + b (\sin \varphi \cos d - \cos \varphi \sin d \cos t) \end{aligned} \right.$$

$$\text{A. f.} \left\{ \begin{aligned} t &= T' + \gamma - 180^\circ - x \sin t \tan d + y \cos t \tan d + i' \tan d - k \sec d \\ &\quad + a \cos \varphi \cos t - b \cos \varphi \sin t \sec d \\ d &= 180^\circ - D' - c - x \cos t - y \sin t + b (\sin \varphi \cos d - \cos \varphi \sin d \cos t). \end{aligned} \right.$$

Es geht hieraus zunächst hervor, dass die Coordinate x zugleich mit dem Biegungscoëfficienten b am einfachsten und sichersten bestimmt wird, wenn man die Declinationen einer Anzahl von passend gelegenen Sternen in der Nähe des Meridians beobachtet und mit den bekannten Werthen vergleicht. Dabei wird es zweckmässig sein, die Beobachtungen in beiden Achsenlagen und symmetrisch zum Meridian anzustellen. Nimmt man dann aus den Ablesungen des Declinationskreises in jeder Lage das Mittel und vereinigt diese Mittel wiederum zu einem Mittelwerth, so giebt, wenn δ die Declination der Ephemeride und q der Betrag der Strahlenbrechung ist, jeder Stern eine Gleichung von der Form

$$\text{O. C.} \quad x - b \sin(\varphi - \delta) = 90^\circ - \frac{D' - D}{2} - \delta - q - y \sin t$$

$$\text{U. C.} \quad x + b \sin(\varphi + \delta) = \delta + q - 90^\circ + \frac{D' - D}{2} + y \sin t$$

wo bei der Kleinheit von t ein ganz beiläufiger Werth von y zur Berechnung des letzten Gliedes ausreicht.

Die Coordinate y und die Winkel der Achsen werden am leichtesten erhalten, wenn man die Durchgänge von Sternen verschiedener Declination in der Nähe des Meridians in beiden Lagen der Achse beobachtet. Für die Bestimmung von y genügt es, einen Aequatorstern mit einem Polstern oder zwei Polsterne, deren einer sich nahe in oberer, der andere in unterer Culmination befindet, zu combiniren. Bezeichnen ϑ die Uhrzeit und ΔU die Reduction derselben auf Sternzeit, α die wahre und $\alpha + p$ die durch Strahlenbrechung afficirte Rectascension des Sternes, so folgt aus dem Mittel der Beobachtungen in den beiden Achsenlagen:

$$\left. \begin{aligned} &\text{1. Stern} \quad \pm y \tan d_1 = \vartheta_1 + \Delta U_1 - (\alpha_1 + p_1) - T_1 - \gamma + 90^\circ + x \sin t_1 \tan d_1 \\ &\text{2. Stern} \quad \pm y \tan d_2 = \vartheta_2 + \Delta U_2 - (\alpha_2 + p_2) - T_2 - \gamma + 90^\circ + x \sin t_2 \tan d_2 \end{aligned} \right\} \pm \begin{matrix} \text{O. C.} \\ \text{U. C.} \end{matrix}$$

mithin aus der Subtraction beider Gleichungen:

$$y(\pm \tan d_2 \mp \tan d_1) = \vartheta_2 - \vartheta_1 - (\alpha_2 - \alpha_1) - (T_2 - T_1) + \Delta U_2 - \Delta U_1 - (p_2 - p_1) \\ + x (\sin t_2 \tan d_2 - \sin t_1 \tan d_1),$$

wo auf der rechten Seite, wenn die Beobachtungen rasch aufeinander folgen, die Grössen $\Delta U_2 - \Delta U_1$ und meist auch $p_2 - p_1$ übergangen werden können und zur Berechnung des letzten Gliedes, wenn es überhaupt merklich wird, ein genäherter Werth von x genügt. Bildet man ferner die Unterschiede der Beobachtungszeiten und Ablesungen des Stundenkreises in den beiden Lagen der Achse und setzt zur Abkürzung:

$$n = \frac{\vartheta' - \vartheta}{2} - \frac{T' - T}{2} - \frac{p' - p}{2} + 90^\circ \pm x \tan d \sin \frac{t' - t}{2} \pm b \cos \varphi \sec d \sin \frac{t' - t}{2} \Bigg\} \pm \begin{matrix} \text{O. C.} \\ \text{U. C.} \end{matrix}$$

so giebt jeder Stern eine Gleichung von der Form

$$i' \tan d - k \sec d \pm a \cos \varphi = n \Bigg\} \pm \begin{matrix} \text{O. C.} \\ \text{U. C.} \end{matrix}$$

Hat man ein System derartiger Gleichungen, in denen die Declinationen innerhalb weiter Grenzen variiren, so wird ihre Auflösung nach der Methode der kleinsten Quadrate, wobei wegen der verschiedenen Genauigkeit, die der Grösse n je nach der Declination der Sterne zukommt, die Gewichte der einzelnen Gleichungen berücksichtigt werden müssen, die wahrscheinlichsten Werthe der Unbekannten i', k und $a \cos\varphi$ ergeben. Dabei entspricht der gefundene Werth von k der Stellung des Stundenfadens in derjenigen Lage des Positionskreises, in der er sich bei der Beobachtung befunden hat; wegen der meist excentrischen Lage wird es aber zweckmässiger sein, den Collimationsfehler auf den Drehungsmittelpunkt zu beziehen, was am einfachsten dadurch geschieht, dass man die Beobachtungen in den beiden entgegengesetzten Lagen des Positionskreises ausführt.

Ein zweites Verfahren zur Bestimmung der Grössen i', k und a ist das folgende:

Die vorhergehende Gleichung, angewandt auf Sterne von so hoher Declination, dass mit Rücksicht auf die Kleinheit der hier zu bestimmenden Grössen *tang* und *sec* gleich gesetzt werden können, giebt für

$$\text{O. C.} \quad (i' - k) \sin d = n_o \cos d - a \cos\varphi \cos d,$$

und ebenso erhält man aus der Beobachtung desselben oder eines anderen Polsterns von nahe gleicher Declination für

$$\text{U. C.} \quad (i' - k) \sin d' = n_u \cos d' + a \cos\varphi \cos d',$$

woraus mit genügender Genauigkeit, wenn $d_0 = \dfrac{d + d'}{2}$ gesetzt wird,

$$(i' - k) \sin d_0 = \tfrac{1}{2}(n_o + n_u) \cos d_0. \tag{a}$$

Ferner giebt die Beobachtung von Aequatorsternen in der Nähe des Meridians, wie oben:

$$i' \sin d - k + a \cos\varphi \cos d = n \cos d. \tag{b}$$

Beobachtet man endlich noch die Durchgänge von Sternen in der Nähe von $t = 6^h$ oder $t = 18^h$ in beiden Lagen, so gewinnt man eine dritte Relation

$$i' \sin d - k + a \cos\varphi \cos d \cos \frac{t' + t}{2} = n' \cos d \tag{c}$$

wo

$$n' = \frac{\vartheta' - \vartheta}{2} - \frac{T' - T}{2} - \frac{p' - p}{2} + 90 \pm y \tan d \sin \left.\frac{t' - t}{2}\right\} \pm \frac{6^h}{18^h},$$

aus welcher in Verbindung mit den beiden vorhergehenden i', k und a bestimmt werden können. Aus i' und a folgt dann $i = i' - a \sin\varphi$.

Was die Indexfehler γ und ϵ angeht, deren genäherte Kenntniss das schnellere Auffinden der zu beobachtenden Objecte unterstützt, so geht aus den obigen Gleichungen hervor, dass γ frei von Biegung und Refraction erhalten wird, wenn man einen Aequatorstern (d nahe $= 0$) in zwei zum Meridiandurchgang symmetrischen Lagen der Achse beobachtet:

$$\gamma = \tfrac{1}{2}(\vartheta - T + \vartheta' - T') - \alpha + \Delta U + 90°,$$

während der Indexfehler des Declinationskreises ϵ frei von allen übrigen Fehlern sich durch Einstellung einer terrestrischen Marke in beiden Lagen gemäss der Gleichung ergiebt:

$$\epsilon = 90° - \frac{(D + D')}{2}$$

ein Ausdruck, welcher auch bei coelestischen Objecten angewandt werden kann, wenn die Einstellungen rasch aufeinander folgen oder symmetrisch auf beide Lagen vertheilt werden. Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass bei den Mikrometern, die eine Verschiebung des ganzen Fadennetzes zulassen, der Werth von c mit der Stellung des Mikrometerkastens veränderlich ist und am zweckmässigsten auf die leicht zu ermittelnde Stellung bezogen wird, bei welcher der δ-Faden durch das Rotationscentrum des Positionskreises hindurchgeht.

Bei den Instrumenten von kleineren Dimensionen sind die Biegung des Rohres und der Declinationsachse meist so gering, dass sie ganz übergangen werden dürfen, und in diesem Falle werden beide Coordinaten des Poles des Instrumentes zugleich mit dem Indexfehler des δ-Kreises mit genügender Sicherheit aus den Einstellungen zweier bekannten Sterne in Declination gefunden. Vorzüglich geeignet für diesen Zweck sind die bei klarem Himmel schon mit Objectiven von 4² an zu jeder Zeit sichtbaren Sterne *α Ursae minoris* und *δ Ursae minoris*, die zugleich wegen ihres Unterschiedes in Rectascension den Vortheil haben, dass stets einer derselben in beiden Lagen der Declinationsachse beobachtet werden kann.

Bei den grösseren und entsprechend massiver gebauten Instrumenten erreichen dagegen die Durchbiegungen nicht selten Beträge, welche auch bei mikrometrischen Beobachtungen nicht mehr übergangen werden dürfen und die daher nach den oben erläuterten Methoden bestimmt werden müssen. Um hier nur einige Zahlenwerthe anzuführen, so ist bei dem 9 zölligen Fraunhofer'schen Refractor der Berliner Sternwarte die Durchbiegung des Rohres (Holztubus) zwar klein[1], dagegen erleidet die Declinationsachse eine Durchbiegung von dem ansehnlichen Maximalbetrag von 47 Secunden. Bei dem 18 zölligen Refractor der Strassburger Sternwarte sind die entsprechenden Beträge 19″ und 111″, bei dem 30-Zöller in Pulkowa steigt die Rohrbiegung auf 40″, die Biegung der Declinationsachse beträgt dagegen nur 68″ und ist daher verhältnissmässig klein. Uebrigens stellen alle diese Zahlen die relativen Biegungen dar, deren grösserer oder geringerer Betrag, so lange er überhaupt in angemessenen Grenzen bleibt, nur die Rechnung mehr oder minder erschwert; bedenklicher dagegen ist die absolute Durchbiegung der einzelnen Rohrhälften, die bei den Rieseninstrumenten der Neuzeit bereits so grosse Beträge erreicht, dass die Centrirung des Objectivs nicht mehr für alle Lagen des Fernrohrs erreicht werden kann und die Bilder in Abständen von der optischen Achse, die bei vollkommener Centrirung noch durchaus zulässig sind, an Präcision verlieren.

Bestimmung des Parallels.

Bei allen Messungen mittelst des Positionsmikrometers bedarf es der Kenntniss der Richtung der täglichen Bewegung. Man gelangt dazu am leichtesten dadurch, dass man das Mikrometer so lange dreht, bis ein Aequatorstern, der beim Eintritt in das Gesichtsfeld auf den Faden gestellt wird, denselben bei seinem Durchgang durch das Fernrohr nicht mehr verlässt. Befindet sich der Stern nicht im Aequator, so beschreibt er einen je nach der Grösse seiner Decli-

[1]) Foerster ist bei seinen eingehenden Untersuchungen über dieses Instrument (Astronomische Beobachtungen auf der Königlichen Sternwarte zu Berlin, Bd. V) zu dem Schlusse gekommen, dass die Differenz zwischen der Durchbiegung des Objectivendes und derjenigen des Ocularendes des Fernrohrs innerhalb einer zur Declinationsachse normalen Ebene eine andere ist, als innerhalb einer durch die Declinationsachse und die Fernrohrachse gelegten Ebene, und dass die erstere verschwindend klein, die andere dagegen einen Betrag von 17″ erreicht.

nation mehr oder minder gekrümmten Weg, und die Bedingung, dass der Faden die Richtung der täglichen Bewegung angebe, ist darin enthalten, dass das Sternscheibchen in gleichen Abständen von der optischen Achse durch den Faden bisecirt wird. Praktisch verfährt man dabei so, dass man, nachdem der Stern beim Eintritt in das Feld oder in einem durch einen seitlichen Stundenfaden markirten Abstand von der Achse mittelst der Feinbewegung des Fernrohrs oder des Mikrometerkastens auf den Faden gestellt und der Positionskreis abgelesen worden ist, den Stern beim Austritt in derselben Entfernung vom centralen Stundenfaden durch die Schraube des Positionskreises wieder auf den Faden bringt und den Kreis von neuem abliest. Hierauf stellt man das Mittel der beiden Ablesungen an einem Nonius ein und wiederholt dieselbe Operation so lange, bis es keiner Verbesserung mehr bedarf. Der geübtere Beobachter wird sich von diesen wiederholten Ablesungen dispensiren können, indem er beim Austritt des Sternes den Faden nach dem Augenmaass um die Hälfte der Abweichung dem Stern nähert. Als Faden zur Bestimmung des Parallels benutzt man in der Regel den senkrecht zu dem beweglichen Faden stehenden mittleren Transversalfaden, welcher wegen der in dieser Richtung stets vorhandenen Ocularschiebung länger ist und daher eine grössere Genauigkeit gewährt. Die so bestimmte Richtung der täglichen Bewegung pflegt als »scheinbarer Parallel« bezeichnet zu werden, zum Unterschied von dem wahren Parallel, welcher der Richtung der täglichen Bewegung entspricht, wie solche ohne Vorhandensein einer Strahlenbrechung geschehen würde. Der Unterschied des scheinbaren und wahren Parallels ergiebt sich aus folgender Betrachtung. Seien in Fig. 315 P der Pol, Z das Zenith, σ' und σ'' die scheinbaren, s' und s'' die wahren Oerter eines Sternes zu den einander naheliegenden Zeitmomenten ϑ' und ϑ'', α, $\alpha + p'$ und $\alpha + p''$ die wahre und die scheinbare Geradeaufsteigung, δ, $\delta + q'$ und $\delta + q''$ die wahre und die scheinbare Declination; man verbinde σ'' mit σ' durch einen Bogen grössten Kreises $\sigma''\sigma'\sigma$ und bezeichne den Winkel $P\sigma''\sigma$ mit π'', $P\sigma'\sigma$ mit π', so folgt:

(A. 315.)

$$cotang\,\frac{\pi'' + \pi'}{2} = \frac{-\sin\frac{q'' - q'}{2}}{\cos\left(\delta + \frac{q'' + q'}{2}\right) tang\left(\frac{\vartheta'' - \vartheta'}{2} - \frac{p'' - p'}{2}\right)}.$$

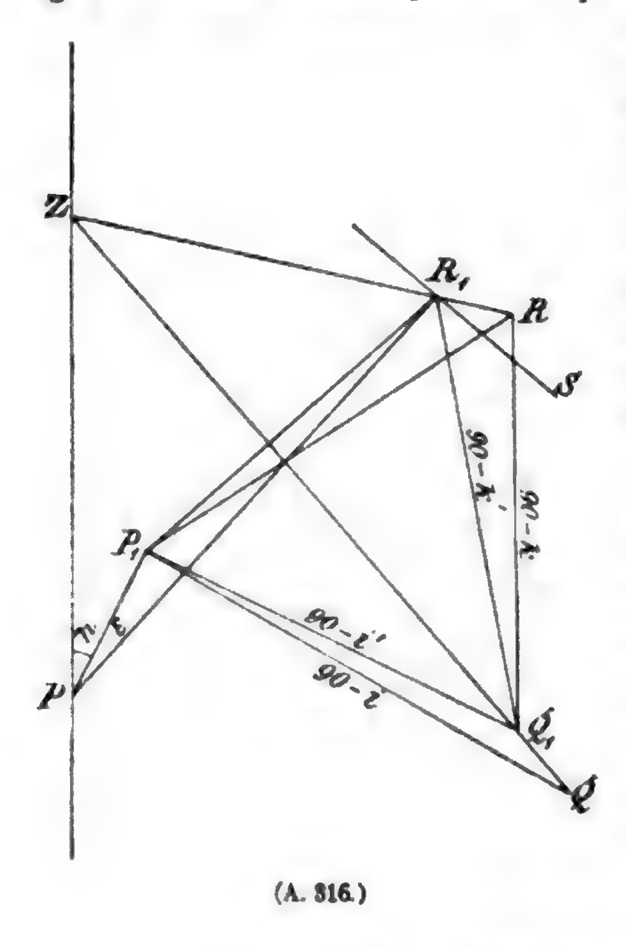
Nun ist $\frac{\pi'' + \pi'}{2}$ (s. u.) sehr nahe gleich $P\sigma_0\sigma$, wenn σ_0 die Mitte des Bogens $\sigma''\sigma'$ bezeichnet und folglich, wenn ein Faden so gestellt wird, dass der Stern in σ' und σ'' von ihm halbirt wird, gleich dem Positionswinkel des scheinbaren Parallels. Setzt man $\frac{\pi'' + \pi'}{2} = 90° + \Delta P$ und substituirt $q'' - q' = \frac{dq}{dt}(\vartheta'' - \vartheta')$ und $p'' - p' = \frac{dp}{dt}(\vartheta'' - \vartheta')$, so wird (ausgedrückt in Bogenminuten)

$$\Delta P = \frac{\frac{dq}{dt}\,\frac{1}{\sin 1'}}{\left(1 - \frac{dp}{dt}\right)\cos(\delta + q)}$$

und mit Vernachlässigung der Quadrate und höheren Potenzen der Strahlenbrechung

$$\Delta P = \frac{dq}{dt}\frac{sec\,\delta}{sin\,1'} = \frac{\varkappa\,cotang\,n\,cos\,N}{sin\,1'\,sin^2(N+\delta)\,cos\,\delta}.$$

Da, wenn N stets $< 90°$ genommen wird, $cotang\,n$ das Zeichen von $sin\,t$ hat, so folgt, dass ΔP positiv oder der von Nord durch Ost herum gezählte Positionswinkel des scheinbaren Parallels $> 90°$ ist auf der Westseite, und ΔP negativ oder der Positionswinkel $< 90°$ auf der Ostseite des Meridians. Geht die Ablesung auf dem Positionskreis im Sinne der Positionswinkelzählung, so wird demnach, wenn P' die Ablesung für die Richtung des scheinbaren Parallels bezeichnet, die Ablesung für den wahren Parallel $P = P' - \Delta P$ sein. Ist das Instrument fehlerfrei und fällt der Pol seiner Stundenachse mit dem Himmelspol zusammen, so wird in allen Lagen des Fernrohrs der Werth P gleich gefunden werden; sind diese Bedingungen aber nicht erfüllt, so wird die der Richtung des wahren Parallels zukommende Ablesung veränderlich und eine Function der Abweichungen des Standes des Instruments und der Winkel der Achsen sein. Um den Ausdruck hierfür zu erhalten, stelle in nebenstehender Fig. 316 P den Himmelspol dar, P_1 den Pol der Stundenachse, Z das Zenit des Ortes, R den Pol der biegungsfrei gedachten Absehenslinie, Q den Pol der Declinationsachse (in der Richtung vom Fernrohr nach dem Kreisende), wenn keine Durchbiegung stattfände; in Wirklichkeit falle dieser nach Q_1, jener nach R_1, sodass nach den angenommenen Bezeichnungen $P_1Q = 90° - i$, $Q_1R = 90° - k$, $RR_1 = b\,sin\,ZR$, $QQ_1 = a\,sin\,ZQ$; ist dann R_1S ein senkrecht auf PR_1 gezogener Bogen grössten Kreises, so stellt der Winkel Q_1R_1S den Einfluss der Instrumentalfehler auf die Nullrichtung des Positionskreises dar. Setzt man $P_1R_1Q_1 = 90° - u$, $P_1R_1P = v$, so ist $Q_1R_1S = u + v$. Man findet aber leicht mit ausreichender Annäherung aus den sphärischen Dreiecken ZQ_1R und ZQ_1R_1, wenn $Q_1R_1 = 90° - k'$ gesetzt wird,



(A. 316.)

$$k' = k - b\,cos\,\varphi\,sin\,t_1,$$

und aus dem Dreieck $P_1R_1Q_1$, worin $P_1Q_1 = 90° - i'$ ist

$$u = i'\,sec\,d_1 - k'\,tang\,d_1$$
$$= (i + a\,sin\,\varphi)\,sec\,d_1 - k\,tang\,d_1 + b\,cos\,\varphi\,sin\,t_1\,tang\,d_1.$$

Dieser Ausdruck gilt für »Achse voraufgehend«; erwägt man, dass für die entgegengesetzte Lage der Achse an Stelle von d_1 und t_1 $180 - d_1$ und $180 + t_1$ zu treten haben, so erhält man für »Achse folgend«

$$u = -(i + a\,sin\,\varphi)\,sec\,d_1 + k\,tang\,d_1 + b\,cos\,\varphi\,sin\,t_1\,tang\,d_1,$$

in welchen beiden Gleichungen statt der Instrumentalcoordinaten d_1 und t_1 auch die auf den Himmelspol bezogenen Coordinaten δ und t gesetzt werden dürfen. Ferner ist

$$cos\,d_1\,sin\,v = sin\,\varepsilon\,sin(t - h)$$

oder

$$v = (x\,sin\,t - y\,cos\,t)\,sec\,\delta.$$

Bezeichnet jetzt P_0 die Ablesung des Positionskreises, welche der Richtung der täglichen Bewegung bei fehlerfreiem Instrument und ohne Stattfinden einer Strahlenbrechung entsprechen würde, P' die wirkliche Ablesung, so wird:

$$P_0 = P' + (x \sin t - y \cos t) \sec \delta \pm (i + a \sin \varphi) \sec \delta \mp k \tan \delta + b \cos \varphi \sin t \tan \delta - \frac{x \cos N \cot n}{\sin^2 (N + \delta) \cos \delta},$$

wo die Grösse x in Bogenmaass angenommen ist.

Man sollte nun erwarten, dass die nach diesem Ausdruck berechneten Werthe von P_0, so lange am Positionskreis selbst und seiner Verbindung mit dem Fernrohr Aenderungen nicht vorgenommen werden, innerhalb der Grenzen der Unsicherheit in der Beobachtung der P' übereinstimmen würden. BESSEL hat aber zuerst an dem Heliometer der Königsberger Sternwarte — und nach ihm Andere — die Erfahrung gemacht, dass zwischen den in entgegengesetzten Lagen der δ-Achse gemachten Bestimmungen Unterschiede auftreten, die mit den obigen Einflüssen der Instrumentalfehler nichts zu thun haben, vielmehr die Folge einer Drehung oder Torsion des Rohres um seine Achse sind. Da diese Torsion als eine Wirkung der Schwere auf das meist an dem einen Ende der Declinationsachse und an einer Seite gehaltene Fernrohr aufgefasst werden muss, so lässt sich ihr Einfluss leicht in die Rechnung einführen. BESSEL nimmt die Drehung proportional demjenigen Theil der Schwere an, welcher senkrecht auf die durch die δ-Achse und die Rohrachse gelegte Ebene wirkt und setzt sie demnach gleich $\mu \cos \zeta$, wo μ das Maximum der Drehung bezeichnet und ζ die Zenitdistanz des Punktes ist, dessen Stundenwinkel derselbe, den der in der Absehenslinie befindliche Punkt besitzt, dessen Declination aber 90° nördlicher ist. Zu dem obigen Ausdruck von P_0 würde hiernach auf der rechten Seite noch hinzukommen $\pm \mu (\sin \varphi \cos \delta - \cos \varphi \sin \delta \cos t)$, wo μ aus Beobachtungen des Parallels in beiden Lagen der Achse bestimmt werden muss.

Der Ausdruck von P_0 kann dazu dienen, um innerhalb einer längeren Beobachtungsreihe aus den beobachteten Werthen des Parallels einen genauen Mittelwerth abzuleiten und hieraus umgekehrt wieder die jedesmal anzunehmenden Werthe für den wahren oder scheinbaren Parallel zurückzurechnen und die beobachteten Coordinatenunterschiede in der nachher anzugebenden Weise für die Abweichungen des eingestellten Parallels von seinem wahrscheinlichsten Werthe zu verbessern. Es wird hierbei aber vorausgesetzt, dass die Fehler des Instruments und seiner Aufstellung genügend sicher bekannt sind; ist dies nicht der Fall, so muss bei jeder Ortsbestimmung der scheinbare Parallel bestimmt und der Beobachtung zu Grunde gelegt werden.

Statt die Orientirung nach der Richtung der täglichen Bewegung vorzunehmen, kann man auch von dem Parallel des Instrumentes ausgehen, indem man den Faden so stellt, dass ein Stern beim Drehen des Fernrohrs um die Stundenachse ihn nicht verlässt. Der Unterschied zwischen dieser Richtung und der Richtung der täglichen Bewegung wird dann bei der Berechnung der Beobachtungen berücksichtigt werden müssen. Das Verfahren gewährt indess vor dem früheren in keiner Weise Vortheile und steht ihm in Genauigkeit zweifellos erheblich nach[1]).

[1]) O. STRUVE spricht (Observations de Poulkovo, Vol. X) die Vermuthung aus, dass der Zuwachs der w. F. bei den von W. STRUVE gemessenen Richtungen gegenüber denjenigen der Distanzen (Cl. V H.) durch die geringere Genauigkeit der in Dorpat befolgten Methode zur Bestimmung des Parallels (Drehung um die Stundenachse) veranlasst sei.

10*

Messung von Rectascensions- und Declinationsdifferenzen bei ruhendem Fernrohr.

Die Messungen können entweder für beide Coordinaten gleichzeitig d. i. bei demselben Durchgang oder getrennt vorgenommen werden; im letzteren Falle, der namentlich bei sehr schwachen Objecten zu bevorzugen ist, empfiehlt es sich, die Messungen der einen Coordinate symmetrisch zu denen der anderen zu machen. Nachdem an dem (mittleren) Transversalfaden die Richtung der scheinbaren täglichen Bewegung P' bestimmt und hierauf der Positionskreis auf die Ablesung $P' + 90$ eingestellt ist, werden bei ruhendem Fernrohr die Antritte der beiden zu vergleichenden Objecte, entweder nach der Auge- und Ohr-Methode, oder meist besser nach der Registrirmethode beobachtet, wobei man die Signale stets in dem Moment gebe, in welchem man sich bewusst wird, dass das Object genau unter dem Faden ist oder von demselben bisecirt wird. Für die Messung der Declination wird das voraufgehende und schon vorher in die Nähe des festen Declinationsfadens gebrachte Object mittelst der Feinbewegung des Fernrohres oder besser mittels der Verschiebung des ganzen Mikrometerkastens in der Nähe des Transversalfadens scharf auf den Faden eingestellt, und hierauf das nachfolgende Object in demselben Stundenwinkel mittels des beweglichen Fadens pointirt. Sind T der Stundenwinkel des Stunden- (Transversal-) Fadens, D die Declination des darauf senkrechten Fadens, von dem aus die Declinationsdifferenzen gezählt werden, ϑ und ϑ' die Sternzeiten des Durchganges des voraufgehenden und des nachfolgenden Sterns, Δ und Δ' die gemessenen Unterschiede in Declination, so ist

$$T = \vartheta - \alpha \qquad \Delta = \delta - D$$
$$T = \vartheta' - \alpha' \qquad \Delta' = \delta' - D,$$

mithin

$$\alpha' - \alpha = \vartheta' - \vartheta \qquad \delta' - \delta = \Delta' - \Delta$$

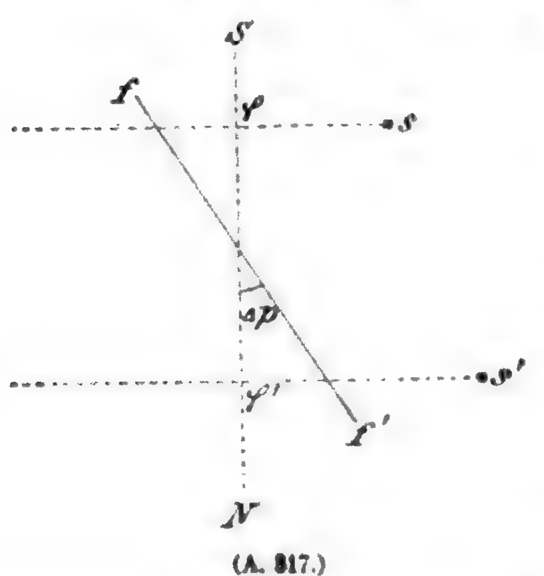
oder da

$$\Delta = 0 \qquad \Delta' = (\pm s' \mp s_0)r,$$

wenn s' die Ablesung der Schraube bei Einstellung auf den folgenden Stern, s_0 die Ablesung für die Coincidenz des festen und des beweglichen Fadens und r den in Bogensecunden ausgedrückten Winkelwerth eines Umgangs der Schraube bezeichnen,

$$\delta' - \delta = (\pm s' \mp s_0)r.$$

Zur Bestimmung der Coincidenz bringt man den beweglichen Faden dem festen Faden abwechselnd von der einen und der anderen Seite bis auf ein »Minimum visibile« der Trennung, oder bei Feldbeleuchtung bis auf eine äusserst feine lichte Linie nahe und nimmt aus den je zwei Ablesungen das Mittel.



(A. 317.)

Man thut gut, die Beobachtungen auf die zwei um 180° verschiedenen Lagen des Mikrometers zu vertheilen, muss dann aber, wie hier ausdrücklich hervorgehoben werden mag, die Coincidenzstellung für jede Lage besonders ermitteln. Auch empfiehlt es sich, namentlich bei grösseren Declinationsunterschieden den Objecten eine möglichst symmetrische Lage zur Fernrohrachse zu geben.

Was den Einfluss angeht, den ein Fehler in der Einstellung des Stundenfadens in den Declinationskreis ausübt, so ersieht man aus beistehender Fig. 317, dass, wenn der Faden ff' um einen Winkel Δp (in

Bogenminuten) von der Senkrechten $\varphi\varphi'$ zur Richtung der täglichen Bewegung (gezählt in der Richtung von Nord gegen Ost) abweicht, die beobachtete Rectascensionsdifferenz die Correction

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{\delta' - \delta}{15} \sec \delta_0 \Delta p \sin 1',$$

und die Declinationsdifferenz die Correction

$$\Delta(\delta' - \delta) = -\frac{\delta' - \delta}{2} \Delta p^2 \sin^2 1'$$

erfahren muss.

Bei einem Unterschied $\delta' - \delta = 600''$ und einem Fehler $\Delta p = 1'$ erreicht die Verbesserung in Rectascension bereits einen Betrag von $0^s{\cdot}012 \sec \delta_0$, während für denselben Werth von $\delta' - \delta$ erst ein Fehler $\Delta p = 44'$ eine Unrichtigkeit von $0''{\cdot}05$ in Declination erzeugt.

Sind, wie es gewöhnlich der Fall ist, mehrere Transversalfäden zur Beobachtung der Durchgänge vorhanden, so wird man sie auf ihre Parallelität prüfen und die etwa erforderliche Correction entweder direct aus den Winkeln, welche die Seitenfäden mit dem mittleren Faden einschliessen, oder aus den Abweichungen des Rectascensionsunterschieds von Sternpaaren von grosser Declinationsdifferenz, wenn derselbe allein aus dem Mittelfaden oder aus dem Mittel aller Fäden berechnet wird, ableiten müssen. Auf der anderen Seite ersieht man, dass eine kleine Abweichung von der senkrechten Stellung der Stunden- und der Declinationsfäden zu einander von keiner Bedeutung ist, wenn der Parallel an den ersteren bestimmt und der Positionskreis durch Drehung um 90° darnach eingestellt wird.

Wenn die Declinationsdifferenz nicht übermässig gross ist, so kann die Einstellung sowohl des voraufgehenden als des folgenden Objects mit dem beweglichen Faden gemacht werden; auch wird man, wenn das Mikrometer mit einer Registrirvorrichtung versehen ist, sich nicht auf eine Einstellung bei jedem Durchgang zu beschränken brauchen, sondern deren zwei oder mehrere machen können. Indess darf man hiervon keinen zu grossen Gewinn an Genauigkeit erwarten, und muss vor allem sich versichern, dass der durch die Registrirung ausgeübte Druck das Fernrohr nicht verstellt. Es sei noch bemerkt, dass es für die Messung von grösseren Unterschieden zweckdienlich ist, sowohl den festen Rahmen als den beweglichen Schlitten mit mehreren Fäden in geeigneten Abständen zu versehen. Sind die Werthe der letzteren aus Durchgangsbeobachtungen scharf ermittelt, so kann man die auszumessende Strecke auf den Abstand zweier festen oder zweier beweglichen Fäden beziehen, ohne die Schraube über Gebühr in Anspruch zu nehmen.

Einfluss der eigenen Bewegung.

Hat das eine der beiden mit einander verglichenen Objecte eine eigene Bewegung, so wird dieselbe vollständig dadurch berücksichtigt, dass man die gemessenen Coordinatenunterschiede für das Mittel der Zeiten gelten lässt, zu denen die Durchgänge dieses Objectes beobachtet und die Declinationseinstellungen gemacht sind.

Einfluss der Strahlenbrechung.

Bezeichnen α, δ, α', δ' die wahren Coordinaten, $\alpha + \frac{p}{15}$, $\delta + q$, ... die mit Strahlenbrechung behafteten, so müssen die Gleichungen auf pag. 148 strenge so geschrieben werden:

$$T = \vartheta - \left(\alpha + \frac{p}{15}\right) \qquad \Delta = \delta + q - D$$

$$T = \vartheta' - \left(\alpha' + \frac{p'}{15}\right) \qquad \Delta' = \delta' + q' - D.$$

An die ohne Rücksicht auf Strahlenbrechung berechneten Unterschiede sind folglich die Correctionen anzubringen:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{p - p'}{15} = \frac{\varkappa\, cotang\, n}{15\, sin(N + \delta)\, cos\, \delta} - \frac{\varkappa\, cotang\, n}{15\, sin(N + \delta')\, cos\, \delta'}$$

$$\Delta(\delta' - \delta) = q - q' = \varkappa\, cotang\,(N + \delta) - \varkappa\, cotang\,(N + \delta')$$

oder nach einer kurzen Entwickelung:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{\varkappa\, cotang\, n\, cos(N + 2\delta_0)(\delta' - \delta)}{15\, sin^2(N + \delta_0) cos^2 \delta_0}$$

$$\Delta(\delta' - \delta) = \frac{\varkappa(\delta' - \delta)}{sin^2(N + \delta_0)}$$

und damit auch

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = cotang\, n\, cos(N + 2\delta_0)\, sec^2 \delta_0\, \frac{\Delta(\delta' - \delta)}{15},$$

wo die Grössen N und n nach den pag. 85 gegebenen Formeln berechnet werden.

Diese Ausdrücke gelten nur dann, wenn das Fadennetz nach dem wahren Parallel orientirt ist. Um die entsprechenden Correctionen für die Orientirung nach dem scheinbaren Parallel zu erhalten, braucht man nur noch die Verbesserungen hinzuzufügen, die aus einem Orientirungsfehler $= \Delta P$ hervorgehen. Es wird dann für den scheinbaren Parallel:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{\varkappa\, cotang\, n\, cos(N + 2\delta_0)}{15\, sin^2(N + \delta_0) cos^2 \delta_0} (\delta' - \delta) + \frac{\varkappa\, cotang\, n\, cos\, N}{15\, sin^2(N + \delta_0) cos^2 \delta_0} (\delta' - \delta)$$

$$= \frac{2 \varkappa\, cotang\, n\, cos(N + \delta_0)}{15\, sin^2(N + \delta_0)\, cos\, \delta_0} (\delta' - \delta).$$

Auf die Declinationsdifferenz hat die Abweichung ΔP nur einen verschwindenden Einfluss, sodass auch hier

$$\Delta(\delta' - \delta) = \frac{\varkappa(\delta' - \delta)}{sin^2(N + \delta_0)}$$

und damit

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = 2\, cotang\, n\, cos\,(N + \delta_0)\, sec\, \delta_0\, \frac{\Delta(\delta' - \delta)}{15}.$$

Diese Correctionen sind genau dieselben, welche für das Kreismikrometer anzuwenden sind, nachdem man die Sehnen mit dem Factor f multiplicirt hat.

Beispiel. Beobachtung des Planeten Thule am grossen Refractor der Sternwarte in Strassburg 1893 April 5. Achse folgend. Vergr. = 207. Beob. Kobold. Scheinb. Parallel 87° 51'. Durchgänge an den 5 Stundenfäden registrirt. Decl.-Einst. bei Faden II und IV (mit Typendruck-Apparat registrirt).

• A. G. Albany 4419 südlich von (279).

	Stern	Planet				Stern	Planet	Planet-Stern
Pos.-Kr. 177°51'	11h 57m 54s·90	1m 7s·77		+3m 12s·87				
	58 0·97	13·55		12·58		26r·197	17r·944	8r·253
	12·64	25·34	25·2	12·70	12·760			
	23·95	36·76		12·81		26·196	18·005	8·191
	29·91	42·75		12·84				
	12 2 19·20	5 31·87		+3 12·67				
	26·09	38·98		12·89		24·837	16·546	8·291
	37·05	49·58	49·9	12·53	12.674			
	48·32	6 1·09		12·77		24·861	16·620	8·241
	55·29	7·80		12·51				

	Stern	Planet		Planet − Stern		Stern	Planet	Planet-Stern
Pos.-Kr. 357° 51'	12^h 7^m 10^s·42	10^m 23^s·25		$+3^m$ 12^s·83				
	16·49	29·22		12·78		17r·395	25r·821	8r·426
	27·70	40·52	40·7	12·82	12·712			
	39·77	52·39		12·62		17·412	25·684	8·272
	45·66	58·22		12·56				
	11 28·60	14 41·20		+3 12·60				
	34·46	47·02		12·56		18·208	26·624	8·416
	45·69	58·40	58·6	12·71	12·594			
	57·64	15 10·19		12·55		18·254	26·600	8·346
	12 3·54	16·09		12·55				
Mittel	12 8 13·6			+3 12·685				+ 8·3045
ΔU	+31·9							= + 3' 7''·62
Sternzeit	12 8 45·5							
St.-Zt. i. m. M.	0 55 57·5							
	11 12 48·0							
Red. a. m. Zt.	− 1 50·2							

Refraction:

St.-Zt.	12^h 8^m·8	z	45°·8
α	12 2·9	$\log \varkappa$	6·444
t	0 5·9	$\log(\delta' - \delta)$	2·273
N	+41° 24'	$\log \varkappa(\delta' - \delta)$	8·717
δ_0	+ 2 48	$\log \sin^2(N + \delta_0)$	9·686
$N + \delta_0$	44 12	$\Delta(\delta' - \delta)$	+0''·11
$\log \sin n$	0·000	$\Delta(\alpha' - \alpha)$	0·00
$\log \sin (N + \delta_0)$	9·843		
$\log \cos (N + \delta_0)$	9·855		
$\log \sec \delta_0$	0·000		
$\log \operatorname{cotang} n$	8·23		
$\log 2$	0·30		

* M. A. 1875·0	11^h 58^m 47^s·09	+2° 52' 52''·3
Praec. 1893·0—75·0	+ 55·307	−6 0·96
Eig. Bew. in 11·6 J.	− 0·058	−1·16
M. A. 1893·0 Ep. 1893·3	11 59 42·34	+2 46 50·2
Red. a. sch. Ort	+1·49	−9·2
Scheinb. Sternort	11 59 43·83	+2 46 41·0
(370) — *	+3 12·69	+3 7·62
Refr.	0·00	+0·11
Ort des Planeten 11^h 10^m 57·8 M. Zt. Str.	12 2 56·52	+2 49 48·7
$\log$ f. par.	8·001	0·800

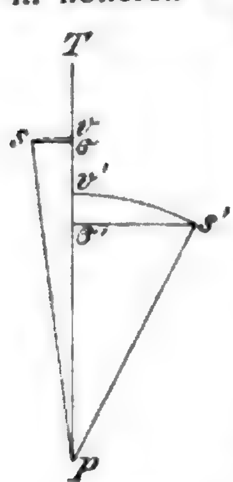
Berechnung der $\log$ (Par. $\times \Delta$) (nach den Tafeln von Rebeur-Paschwitz[1])

T_α	+ 0''·15
T_δ	— 5·85
$\log \frac{T_\alpha}{15}$	8·000
$\log \cos \delta$	9·999
$\log T'_\delta$	0·820
$\log \sin \delta$	8·693
$\log T_\delta$	$0·767_n$
$T'_\delta \cos \delta$	+ 6·60
$T_\delta \sin \delta$	— 0·29.

[1]) Veröffentlichungen der Grossherzogl. Sternwarte zu Karlsruhe III.

Ausmessung von δ- und α-Differenzen bei gehendem Uhrwerk.

Stehen die beiden zu vergleichenden Sterne einander so nahe, dass sie gleichzeitig im Gesichtsfeld sind, so wird ihre Declinationsdifferenz mit Vortheil durch gleichzeitige Pointirung gemessen, indem man das Fernrohr mittels des Uhrwerks der täglichen Bewegung folgen lässt. Man muss hierbei aber stets den festen Faden zur Einstellung des einen Objects anwenden und die Messung in der Weise ausführen, dass man einmal den einen Stern mit dem festen, den andern mit dem beweglichen Faden pointirt, hierauf umgekehrt den letzteren mit dem festen und den ersteren mit dem beweglichen Faden einstellt. Die Differenz der beiden Ablesungen ist dann der doppelte Declinationsunterschied, die Coincidenz selbst fällt heraus und braucht nicht bestimmt zu werden. Ist das Mikrometer mit zwei Messschrauben versehen, so kann man die beiden beweglichen Fäden benutzen; wird die Einstellung mit Umtausch der Fäden wiederholt, so giebt die Summe der von ihnen durchlaufenen Strecken den zweifachen Werth der Declinationsdifferenz. Bei diesem Verfahren ist aber, namentlich in höheren Declinationen, darauf zu achten, dass die beiden Objecte symmetrisch zu dem mittleren Stundenfaden stehen. Um den Einfluss, den hierbei die Krümmung des Parallels ausübt, zu übersehen, stelle PT diesen Stundenfaden vor, die Einstellung des einen Objects erfolge bei s' in dem Abstand $s'\sigma' = c'$, die des anderen bei s in der Entfernung $s\sigma = c$; die mit der Schraube gemessene Differenz ist $\Delta = \sigma'\sigma$, während die scheinbare Declinations-Differenz $\delta' - \delta = v'v$ ist. Man findet aber leicht



(A. 318.)

$$\delta' - \delta = \Delta - \tfrac{1}{2} \sin 1'' (c'^2 \tang \delta' - c^2 \tang \delta).$$

Dass das letzte Glied bei unsymmetrischer Stellung merkliche Beträge erreichen kann, zeigt folgende kleine Tafel. Sei der Declinationsunterschied des Sternpaares 10′, der Unterschied in Rectascension, reducirt auf Bogen grössten Kreises 6′, so wird der Fehler, den man begeht, wenn $\delta' - \delta = \Delta$ genommen wird:

c'	c	$\delta = 45$	$\delta = 60$	$\delta = 80$
0′	6′	− 0″·31	− 0″·54	− 1″·78
1	5	− 0·21	− 0·36	− 1·19
2	4	− 0·11	− 0·18	− 0·59
3	3	0·00	0·00	+ 0·01
4	2	+ 0·10	+ 0·18	+ 0·61
5	1	+ 0·21	+ 0·36	+ 1·21
6	0	+ 0·32	+ 0·55	+ 1·81

Dagegen wird bei symmetrischer Stellung der Fehler, welcher in diesem Falle besser in die Form gebracht wird

$$\tfrac{1}{8} c^2 \sin^2 1'' \sec^2 \delta_0 (\delta' - \delta)$$

erst bei $\delta_0 = 86°$ den Betrag von 0″·05 erreichen.

Dreht man das Mikrometer um 90°, so dass der bisherige Declinationsfaden jetzt in den Stundenkreis fällt, so kann auch der Rectascensionsunterschied mit der Schraube gemessen werden. Setzt man nämlich

$$s'\sigma' = f' \quad s\sigma = f \quad TPs' = \tau' \quad TPs = \tau$$

so ist

$$\sin \tau' = f' \sin 1'' \sec \delta' = f' \sin 1'' \sec \delta_0 \left(1 + \tang \delta_0 \frac{\Delta\delta}{2} \sin 1''\right)$$

$$\sin \tau = f \sin 1'' \sec \delta = f \sin 1'' \sec \delta_0 \left(1 - \tang \delta_0 \frac{\Delta\delta}{2} \sin 1''\right),$$

wo δ_0 wie üblich $= \frac{\delta' + \delta}{2}$ und $\Delta\delta = \delta' - \delta$, und hiermit

$$2 \sin \frac{15(\alpha' - \alpha)}{2} = \frac{\sin \tau' + \sin \tau}{\cos \frac{\tau' - \tau}{2}}$$

oder meist genügend

$$\Delta\alpha = \frac{(f' + f)}{15} \sec \delta_0 + \frac{(f' - f)}{15} \tang \delta_0 \sec \delta_0 \frac{\Delta\delta}{2} \sin 1''.$$

Die Grösse $f' + f = s'\sigma' + \sigma s$ ist das unmittelbare Resultat der Messung und das zweite von der Convergenz der Stundenkreise herrührende Glied verschwindet, wenn die Sterne symmetrisch zum centralen Stundenfaden gestellt werden. Wegen der Unvollkommenheiten des Uhrwerks wird es bei diesen Messungen in noch höherem Grade, als bei den Messungen des Declinationsunterschiedes nothwendig sein, beide Sterne möglichst gleichzeitig einzustellen, und daher den festen Faden mit zu benutzen oder mit den zwei beweglichen Fäden zu operiren.

Die oben abgeleiteten Ausdrücke für den Einfluss der Strahlenbrechung erleiden bei diesem Beobachtungsverfahren eine gewisse Modification. Denn da die Messungen für beide Objecte nicht unter demselben Stundenwinkel gemacht werden, so sind $p' - p$ und $q' - q$ Functionen nicht nur von $\delta' - \delta$, sondern auch von $t' - t$. Es ist daher zu den oben abgeleiteten Correctionen noch hinzuzufügen: zu $\Delta(\alpha' - \alpha)$ das Glied $-\frac{dp}{dt}\frac{(t' - t)}{15}$ oder $\frac{dp}{dt}(\alpha' - \alpha)$ und zu $\Delta(\delta' - \delta)$ das Glied $15\frac{dq}{dt}(\alpha' - \alpha)$, oder es werden die Zusatzglieder

$$\Delta_1(\alpha' - \alpha) = \varkappa \left(\frac{\cotang^2 n}{\sin^2(N + \delta_0)} + \frac{\sin N}{\sin(N + \delta_0)\cos \delta_0}\right)(\alpha' - \alpha)$$

$$\Delta_1(\delta' - \delta) = 15 \frac{\varkappa \cotang n \cos N}{\sin^2(N + \delta_0)}(\alpha' - \alpha).$$

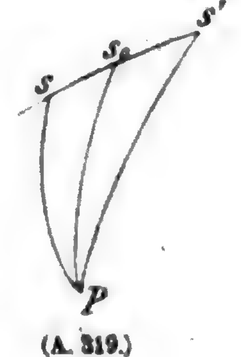
Bestimmung des relativen Ortes zweier Körper durch Positionswinkel und Distanz.

Die relative Lage eines Objectes s' auf der Himmelskugel zu einem anderen Objecte s wird häufig und namentlich bei kleinen Entfernungen (Doppelsternen) zweckmässiger als durch rechtwinklige sphärische Coordinaten, durch sphärische Polarcoordinaten ausgedrückt; diese sind erstens der Positionswinkel, d. i. der Winkel, den der Bogen grössten Kreises, welcher s mit s' verbindet, mit dem durch s gelegten Declinationskreise macht, und zweitens die Grösse dieses Bogens oder die Distanz; der erstere wird allgemein von Norden durch Osten herum von 0° bis 360° gezählt.

Die strengen Beziehungen zwischen dem Positionswinkel und der Distanz einerseits und dem Unterschiede der Rectascensionen und Declinationen der beiden Sterne andererseits folgen unmittelbar aus dem sphärischen Dreieck (Fig. 319) zwischen dem Pol P und den Oertern der beiden Sterne s und s'. Nach früheren Bezeichnungen ist $Ps = 90 - \delta$, $Ps' = 90 - \delta'$, $SPP' = \alpha' - \alpha$; setzt man ferner $Pss' = p$, $Ps's = 180 - p'$, $ss' = s$, so folgt:

$$\tang \frac{\delta' - \delta}{2} = \tang \tfrac{1}{2} s \frac{\cos \frac{p' + p}{2}}{\cos \frac{p' - p}{2}}$$

$$\sin \frac{\alpha' - \alpha}{2} = \sin \tfrac{1}{2} s \frac{\sin \frac{p' + p}{2}}{\cos\left(\delta + \frac{\delta' - \delta}{2}\right)}.$$



(A. 319.)

Bei den Messungen in diesem Coordinatensystem, welche mittelst der hier besprochenen Mikrometer ausgeführt werden, ist die Distanz so klein, dass man in den meisten Fällen mit einfacheren Ausdrücken ausreicht. Sei s_0 die Mitte des Bogens ss', δ_0 die Declination derselben und werde Ps_0s' mit p_0 bezeichnet, so giebt das Dreieck Pss_0:

$$\cos\delta \sin p = \cos\delta_0 \sin p_0$$
$$\cos\delta \cos p = \sin\delta_0 \sin\tfrac{1}{2}s + \cos\delta_0 \cos\tfrac{1}{2}s \cos p_0$$

oder, wenn $\sin\frac{1}{2}s$ und $\cos\frac{1}{2}s$ in Reihen entwickelt werden:

$$\cos\delta \sin(p - p_0) = -\tfrac{1}{2}s \sin 1'' \sin\delta_0 \sin p_0 + \tfrac{1}{4}s^2 \sin^2 1'' \cos\delta_0 \sin p_0 \cos p_0 + \tfrac{1}{48}s^3 \sin^3 1'' \sin\delta_0 \sin p_0 - \ldots$$
$$\cos\delta \cos(p - p_0) = \cos\delta_0 + \tfrac{1}{2}s \sin 1'' \sin\delta_0 \cos p_0 - \tfrac{1}{8}s^2 \sin^2 1'' \cos\delta_0 \cos^2 p_0 - \tfrac{1}{48}s^3 \sin^3 1'' \sin\delta_0 \cos p_0 + \ldots$$

und hieraus durch Division bis auf Glieder 3. Ordnung bezüglich s:

$$p - p_0 = -\tfrac{1}{2}s\,\mathrm{tang}\,\delta_0 \sin p_0 + \tfrac{1}{16}s^2 \sin 1'' \sin 2p_0 (1 + 2\,\mathrm{tang}^2\delta_0) + \ldots$$

Entsprechend erhält man aus dem Dreieck Ps_0s':

$$p' - p_0 = \tfrac{1}{2}s\,\mathrm{tang}\,\delta_0 \sin p_0 + \tfrac{1}{16}s^2 \sin 1'' \sin 2p_0 (1 + 2\,\mathrm{tang}^2\delta_0) - \ldots$$

Aus diesen beiden Gleichungen folgt bis auf die 4. Potenz von s

$$\frac{p + p'}{2} - p_0 = \tfrac{1}{16}s^2 \sin 1'' \sin 2p_0 (1 + 2\,\mathrm{tang}^2\delta_0)$$

und mit Vernachlässigung der Glieder 3. Ordnung

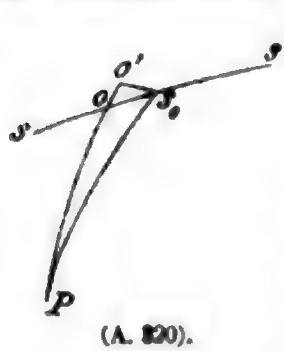
$$\frac{p' - p}{2} = \tfrac{1}{2}s\,\mathrm{tang}\,\delta_0 \sin p_0.$$

Hiernach wird man in fast allen hier in Betracht kommenden Fällen $\frac{p' + p}{2} = p_0$ und $\cos\frac{p' - p}{2} = 1$, und folglich an Stelle der obigen strengen Gleichungen die einfacheren Ausdrücke setzen dürfen:

$$\alpha' - \alpha = s \sin p_0 \sec\tfrac{1}{2}(\delta' + \delta)$$
$$\delta' - \delta = s \cos p_0.$$

Messung der Positionswinkel und Distanzen.

Um den Positionswinkel zweier Sterne zu messen, stellt man die Mitte des sie verbindenden Bogens möglichst nahe in den Drehungsmittelpunkt des Positionskreises und dreht das Mikrometer so weit, bis der mittlere Transversalfaden oder der darauf senkrechte Faden die beiden Objecte genau deckt oder bisecirt; bestimmt man hierauf an demselben Faden die Richtung der täglichen Bewegung, so giebt die Differenz der beiden Ablesungen vermehrt um 90° den Positionswinkel. Abgesehen davon, dass die Einstellung des Punktes s_0 in die Nähe der Rohr- und also auch der optischen Hauptachse aus naheliegenden optischen Gründen sich empfiehlt, so kann man sich auch leicht überzeugen, dass stärkere Abweichungen von dieser Regel in höheren Declinationen und bei grösseren Distanzen merkliche Fehler erzeugen können. Ist Po in Fig. 320 der centrale Declinationskreis, s_0 die Mitte des beide Objecte verbindenden Bogens, so wird durch die Beobachtung der Winkel $Pos' = p$ gemessen, während der Winkel $Ps_0s' = p_0$ verlangt wird. Es ist



(A. 320).

aber, wenn ε den Abstand der Mitte s_0 von dem Stundenkreis Po oder die Grösse $s_0 \sigma'$ bezeichnet,[1]

$$\cos p = \cos p_0 \cos(\varepsilon \sec \delta_0) + \sin p_0 \sin(\varepsilon \sec \delta_0) \sin \delta_0$$

oder hinreichend nahe $p_0 = p + \varepsilon \tan \delta_0$.

Der in dem relativen Ort erzeugte Fehler würde demnach bei einer Distanz von s Secunden $s\,\varepsilon \sin 1' \tan \delta_0$ Secunden sein oder für je eine Minute von ε

bei $\delta_0 = 45°$	$60°$	$70°$	$80°$
$0''{\cdot}03 \frac{s}{100}$	$0''{\cdot}05 \frac{s}{100}$	$0''{\cdot}08 \frac{s}{100}$	$0''{\cdot}16 \frac{s}{100}$

Statt die beiden Objecte durch den Faden zu biseciren, kann man sie auch in die Mitte zweier Fäden stellen, etwa eines festen und des beweglichen Fadens, der in einen passenden Abstand gebracht ist. Welche von diesen beiden Einstellungsarten den Vorzug verdient, hängt von den jeweiligen besonderen Umständen ab, der Distanz der beiden Sterne, ihrer Helligkeit, der Gewöhnung des Beobachters u. a. Sind beide Sterne oder auch nur der eine so schwach, dass sie unter dem Faden verschwinden, so verbietet sich die Pointirung durch den Faden von selbst; im anderen Falle wird man mit Rücksicht auf die constanten Fehler, denen man bei derartigen Messungen ausgesetzt ist, diejenige Methode bevorzugen müssen, welche die grösste Sicherheit nach dieser Richtung gewährt. Wir kommen nachher auf diesen Punkt zurück, hier sei nur bemerkt, dass man bei der Einstellung der Sterne zwischen zwei Fäden den Parallelismus ihrer Verbindungslinie mit den Fäden auf verschiedene Weise beurtheilen kann, einmal dadurch, dass man beide Sterne scharf in die Mitte der Fäden stellt, wobei man abwechselnd den einen und den anderen ins Auge fasst, bis man von der gleichzeitigen richtigen Stellung überzeugt ist, oder indem man die Verbindungslinie der beiden Centren mit jedem der beiden einander parallelen Fäden vergleicht. Das letztere Verfahren kann man auch dahin abändern, dass man statt eines Doppelfadens einen einfachen Faden anwendet und durch einen leichten Druck auf das Fernrohr die Sterne bald von der einen, bald von der anderen Seite an den Faden heranbringt. Die meisten Beobachter bevorzugen nach dem Vorgange von O. STRUVE die Einstellung zwischen zwei Fäden, so lange die Distanz kleiner ist als etwa eine halbe Minute (32" als untere Grenze der V. HERSCHEL'schen Klasse der Doppelsterne), während sie bei grösseren Distanzen das Verfahren der Bisection mittelst eines Fadens anwenden. Bei der einen, wie bei der anderen Methode muss man aber zur Elimination von Torsionen, den Positionskreis abwechselnd von der einen und der anderen Seite drehen; die Drehung selbst wird bei engeren Sternpaaren am besten aus freier Hand, bei weiteren mittelst der Feinbewegung ausgeführt.

Nach Beendigung der Messungen des Positionswinkels oder eines Satzes derselben wird der Positionskreis auf das Mittel der Ablesungen (bezw. 90° + Mittel) eingestellt und die einfache oder doppelte Distanz gemessen, indem man dabei in derselben Weise, wie bei der Messung von Declinationsdifferenzen bei gehendem Uhrwerk verfährt. Bei sehr engen Paaren wird zuweilen die vierfache Distanz gemessen, indem man den Stern a auf den festen Faden einstellt, und den beweglichen Faden in eine solche Entfernung bringt, dass Stern b sich in der Mitte beider Fäden befindet, und hierauf dieselbe Messung mit Einstellung von b auf den festen Faden auf der anderen Seite wiederholt. Diese am Doppelbildmikrometer sehr geeignete Methode ist bei dem Fadenmikrometer weniger vortheilhaft, weil die zu vergleichenden Strecken ungleich erhellt sind.

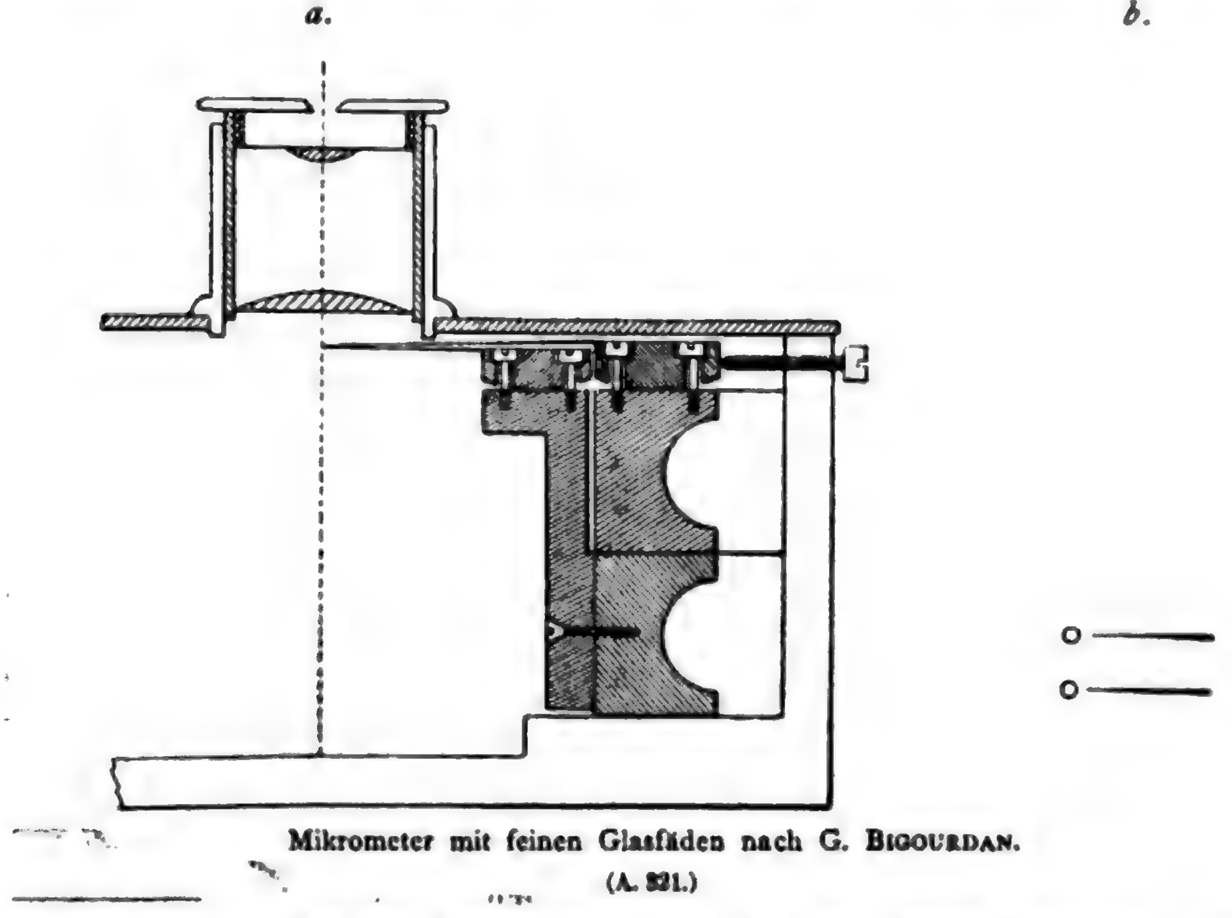
Bei sehr kleinen Distanzen ($< 0''\cdot 7$) verfuhr W. STRUVE in der folgenden Weise: Das Intervall zwischen den benachbarten Rändern der Fäden wurde dem Abstand der Centren der beiden Sterne nach dem Augenmaass gleich gemacht, indem jedesmal Fäden und Sterne für sich betrachtet wurden, und hierauf der Contact der Fäden bestimmt. Sicherer erwies sich, namentlich bei den engsten in seinem Fernrohr noch messbaren Doppelsternen, ein anderes Verfahren, welches auf der Schätzung des Abstands der Mittelpunkte der beiden Componenten beruhte, wobei der Abstand der auf etwa 1'' auseinander gebrachten Fäden, zwischen welche das Paar eingestellt wurde, als Anhalt diente. Nach den Erfahrungen von SCHIAPARELLI ist für Abstände von $0''\cdot 6 - 1''\cdot 2$ und bei ruhigen Bildern die folgende Methode sehr geeignet. Die einander zugekehrten Ränder der beiden Fäden werden mit den beiden Sternscheibchen in äussere Berührung gebracht, und das Verhältniss der beiden Durchmesser und des Zwischenraums zwischen den beiden Scheibchen gegeneinander abgeschätzt. Werden der letztere mit Δ, die Durchmesser mit r und r' bezeichnet, und ergiebt die Messung als Distanz zwischen den beiden äusseren Rändern a, die Schätzung dagegen $r = \alpha r'$, $\Delta = \beta r'$, so ist

$$a = 2r + \Delta + 2r' = 2\alpha r' + \beta r' + 2r' = s + r + r',$$

folglich

$$r' = \frac{a}{2(1+\alpha)+\beta} \qquad s = a - (1+\alpha)\, r'.$$

G. BIGOURDAN hat in neuerer Zeit[1]) zur Messung von kleinen Distanzen und zu Durchmesserbestimmungen kleiner Scheibchen (z. B. der Jupiterstrabanten) feine, spitz zulaufende Glasfäden (von 6μ an ihrem dünneren Ende) benutzt, welche auf die Sterne gerichtet werden, ohne sie zu bedecken (Fig. 321 und 321 a). Die Bilder bleiben bei diesem Verfahren ungestört und die lästigen Beugungs-



Mikrometer mit feinen Glasfäden nach G. BIGOURDAN.

(A. 321.)

[1]) G. BIGOURDAN, Sur la mesure micrométrique des petites distances angulaires célestes et sur un moyen de perfectionner ce genre de mesures.

erscheinungen und Deformationen, welche die Messung von engeren Doppelsternen so sehr erschweren und häufig unmöglich machen, fallen ganz weg. Auch lässt nach den Erfahrungen von Bigourdan die Genauigkeit der Messung kaum etwas zu wünschen; erst wenn die Entfernung eine gewisse Grenze, etwa 3" — 4" überschritten hat, nimmt die Sicherheit des Urtheils, ob die beiden Sterne gleichzeitig in der Richtung der Fäden liegen, merklich ab; aber hier und schon unterhalb dieser Grenze bietet das Verfahren der Bisection keine Schwierigkeiten mehr dar[1]).

Positionswinkel und Distanz können auch gleichzeitig gemessen werden, wenn man sich für ersteren des Querfadens bedient; im Allgemeinen und besonders für Doppelsterne wird aber die Trennung der Messungen zu bevorzugen sein.

Beispiel.

Strassburg 1896 Mai 14. 6" Refractor. A. f. Vergr. 260. Beob. Becker.

Σ 1954 δ Serpentis 15^h 29^m 50^s +10° 57'

St.-Zt.	Pos.-Kr.		(P.-Kr. 93° 14') "	"	
12^h 23^m	183°·5	Schr. rechts	19·956	20·260	Schr. unten
	184·3		20·755	20·437	
	182·1		20·434	20·746	
	183·0		20·251	19·919	
Mittel	183·23		19·942	20·248	Schr. oben
	185·7	Schr. links	20·444	20·755	
	186·0		20·739	20·432	
	185·6		19·943	20·256	
13^h 36^m	186·9				
Mittel	186·05				

Man hat demnach für den Pos.-Winkel: für die doppelte Distanz:

			"	"
Lage I	183°·23		0·304	0·306
II	186·05		0·318	0·311
Mittel	184·64		0·312	0·307
Sch. Par. — 90°	0·33		0·332	0·313
	184·3	Lage I	0·3165	
		II	0·3092	
		Mittel	0·3128	
		einfache Dist.	0·1564 = 3"·58.	

Die Refraction ist bei der kleinen Distanz unmerklich; man hat folglich

1896·37 $s = 3''\cdot58$ $p = 184°\cdot3$.

Positionsbestimmungen von Nebelflecken und Kometen und Berücksichtigung der eigenen Bewegung.

Obwohl erfahrungsgemäss recht genaue Positionsbestimmungen von Nebelflecken mittels der im vorhergehenden Abschnitt betrachteten Mikrometer, namentlich des Kreismikrometers und der Lamelle unter 45°, erlangt werden

---

[1]) Die Glasfäden werden leicht erhalten, wenn man ein cylindrisches Glasstäbchen in der Mitte bis zum Erweichen erhitzt, langsam auseinander zieht und hierauf durch eine plötzliche Bewegung in zwei Theile trennt; jeder derselben läuft dann in einen feinen Faden aus. Nachdem man die Fäden abgeschnitten und die beiden Hälften wieder zusammengeschmolzen hat, kann man dasselbe Verfahren wiederholen und erlangt so in kurzer Zeit eine Anzahl von Fäden.

können, so kann es doch nicht zweifelhaft sein, dass auch für diese Objecte das Fadenmikrometer und geeignetenfalls die Messung von Positionswinkel und Distanz den Vorzug verdienen. Es wird dies besonders da der Fall sein, wo die Objecte sehr schwach sind und keine oder nur eine sehr geringe Concentration des Lichtes zeigen, so dass der Beobachter auf eine Schätzung der Lage des Lichtschwerpunktes angewiesen ist. Von nicht geringer Bedeutung ist hierbei eine gleichmässige (nicht einseitige!), in allmähligem Uebergang abschwächbare Beleuchtung der Fäden; benutzt man Metallfäden, so wird man bei helleren Sternen und symmetrisch geformten Nebelflecken die Pointirung in der gewöhnlichen Weise ausführen können, in solchen Fällen aber, wo das einzustellende Object vollständig hinter dem breiteren Faden verschwindet, die Einstellung abwechselnd und symmetrisch mit dem einen und anderen Rand desselben machen[1]); sehr gute Dienste leistet auch hier ein nicht zu enger Doppelfaden. Für die Einstellung des Sterns benutzt man bei Distanzmessungen am besten den festen, für den Nebel den beweglichen Faden.

Alles hier Gesagte gilt auch für die Beobachtung von Kometen, wenn man auch bei diesen meistens der Beobachtung von α- und δ-Differenzen wegen der grösseren Einfachheit des Verfahrens und der Möglichkeit des directen Anschlusses an einen genügend hellen, seiner Lage nach bekannten oder leicht an Meridianinstrumenten bestimmbaren Stern den Vorzug geben wird. Es ist hier aber auf zweierlei aufmerksam zu machen. Hat der Komet eine geringe eigene Bewegung und steht er dem Vergleichstern nicht zu nahe, so wird man die Messung der Distanzen bei einer unveränderten, aus den voraufgegangenen Richtungsbeobachtungen zu entnehmenden Stellung des Positionskreises ausführen dürfen, muss dann aber bei der Reduction mit Hilfe des nachfolgenden Satzes von Positionswinkelmessungen dem Unterschiede zwischen der eingestellten Richtung und derjenigen, in welcher die Distanz hätte beobachtet werden sollen, Rechnung tragen. Ein zweckmässigeres und in allen Fällen anwendbares Verfahren besteht darin, dass man bei der Distanzmessung die Einstellungen der beiden Objecte jedesmal in dem zugehörigen Positionswinkel macht, indem man sie auf den Fadenkreuzungspunkt des Transversalfadens und des festen bezw. beweglichen Fadens stellt. Es ist ferner zu beachten, dass der Positionswinkel und die Distanz, auch bei gleichförmiger Bewegung des Kometen innerhalb der Beobachtungszeit sich ungleichförmig ändern, und dass daher das Mittel der gemessenen Richtungen und Entfernungen nicht strenge dem Mittel der Zeiten entspricht.

Man kann diesem Umstand bei der Reduction in folgender Weise Rechnung tragen[2]): Sei δ_0 das Mittel der Declinationen von Komet und Stern, und es werde gesetzt:

$$x = \cos\delta_0(\alpha' - \alpha) = s \sin p$$
$$y = (\delta' - \delta) = s \cos p;$$

es seien ferner für eine mittlere Epoche t_0 x_0 und y_0 genäherte Werthe von x und y, die aus einer vorläufigen Reduction leicht erlangt werden können, aber um so genauer sein müssen, je näher der Komet dem Sterne stand und je stärker seine Bewegung war; endlich e und e' die für die Zeit t_0 der Ephemeride

[1]) G. BIGOURDAN: Observations de nébuleuses et d'amas stellaires. Annales de l'Observatoire de Paris. Observations 1884.

[2]) W. STRUVE, Beobachtungen des BIELA'schen Kometen im Jahre 1832 auf der Dorpater Sternwarte Astr. Nachr., Bd. 12.

entnommenen Werthe der Veränderung der Rectascension und Declination in der Zeiteinheit. Man rechne für die einzelnen Zeiten, bezw. für gewisse mittlere Epochen:

$$x = x_0 + e \cos \delta_0 (t - t_0)$$
$$y = y_0 + e' (t - t_0)$$
$$\tang p = \frac{x}{y} \qquad s = \frac{x}{\sin p} = \frac{y}{\cos p};$$

bezeichnen dann π und σ die zu diesen Zeiten gemessenen Positionswinkel und Distanzen, so findet man die an x_0 und y_0 anzubringenden Correctionen aus der Auflosung des Systems von Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate:

$$\sigma - s = \sin p\, dx_0 + \cos p\, dy_0$$
$$\sigma \sin (\pi - p) = \cos p\, dx_0 - \sin p\, dy_0$$

und erhält damit

$$\alpha' - \alpha = (x_0 + dx_0) \sec \delta_0$$
$$\delta' - \delta = y_0 + dy_0.$$

Wirkung der Strahlenbrechung auf Positionswinkel und Distanz.

Um den Einfluss der Strahlenbrechung auf Positionswinkel und Distanz zu erhalten, betrachte man das Dreieck zwischen Zenit und den beiden mit Refraction behafteten Sternörtern; sind z' und z'' die scheinbaren Zenitdistanzen, a der Azimutalunterschied der beiden Sterne, s die scheinbare Distanz, so ist

$$\cos s = \cos z' \cos z'' + \sin z' \sin z'' \cos a,$$

mithin durch Differentiation, wobei a constant bleibt:

$$-\sin s\, ds = -\sin z' \cos z'' dz' - \cos z' \sin z'' dz'' + \cos z' \sin z'' \cos a\, dz' + \sin z' \cos z'' \cos a\, dz''$$

oder wenn man substituirt

$$dz' = \varkappa \tang z' \qquad dz'' = \varkappa \tang z''$$
$$\frac{1}{\varkappa} \sin s\, ds = \frac{\cos^2 z' + \cos^2 z''}{\cos z' \cos z''} - 2 \cos s.$$

Nun ist, wenn z_0 die Zenitdistanz der Mitte s_0 des die beiden Sterne verbindenden Bogens, p den Positionswinkel und η den parallactischen Winkel an s_0 bezeichnen,

$$\cos z' = \cos z_0 \cos \tfrac{1}{2} s - \sin z_0 \sin \tfrac{1}{2} s \cos (p - \eta)$$
$$\cos z'' = \cos z_0 \cos \tfrac{1}{2} s + \sin z_0 \sin \tfrac{1}{2} s \cos (p - \eta);$$

setzt man diese Werthe in den obigen Ausdruck ein und beschränkt sich auf die erste Potenz von s, so erhält man als Reduction der scheinbaren Distanz auf die wahre:

$$\Delta s = \varkappa s (1 + \tang^2 z_0 \cos^2 (p - \eta)).$$

Man hat ferner innerhalb derselben Grenzen:

$$\sin a \sin z_0 = \sin s \sin (p - \eta),$$

woraus durch Differentiation und nach Elimination von a:

$$d(p - \eta) = -\varkappa \tang^2 z_0 \sin (p - \eta) \cos (p - \eta).$$

Ist aber a_0 das Azimut von s_0, so ist $\sin a_0 \cos \varphi = \sin \eta \cos \delta_0$, folglich

$$d\eta = \tang \delta_0 \tang \eta\, d\delta_0,$$

oder da für den Uebergang vom scheinbaren zum wahren Ort

$$d\delta_0 = -\varkappa \tang z_0 \cos \eta$$
$$d\eta = -\varkappa \sin \eta \tang \delta_0 \tang z_0$$

mithin

$$\Delta p = -\frac{x \, tang \, z_0}{sin \, 1'} \left(sin \, \eta \, tang \, \delta_0 + tang \, z_0 \, sin \, (p - \eta) \, cos \, (p - \eta) \right)$$

wo Δp in Minuten erhalten wird, wenn x in Theilen des Radius angesetzt wird. Dieser Ausdruck setzt voraus, dass der Ableitung des Positionswinkels aus der beobachteten Richtung der wahre Parallel zu Grunde liegt.

Wird dagegen der scheinbare Parallel angewandt, so ist zu dem obigen Ausdruck noch die Grösse $\Delta P =$ scheinbarer Parallel — wahrer Parallel hinzuzufügen. Offenbar ist aber $\Delta P = -\Delta p$ für $p = 90°$, mithin wird die Correction des Positionswinkels unter Voraussetzung des scheinbaren Parallels:

$$\Delta p = -\frac{x \, tang^2 \, z_0}{sin \, 1'} \left(sin \, (p - \eta) \, cos \, (p - \eta) - sin \, \eta \, cos \, \eta \right).$$

Will man nicht den beobachteten Positionswinkel und die Distanz, sondern erst die daraus berechneten Unterschiede in A R. und Declination von Strahlenbrechung befreien, so hat man:

$$\Delta(\alpha' - \alpha) = sin \, p \, sec \, \delta_0 \frac{\Delta s}{15} + \frac{s}{15} cos \, p \, sec \, \delta_0 \Delta p \, sin \, 1' + \frac{s}{15} sin \, p \, tang \, \delta_0 \, sec \, \delta_0 \Delta \delta$$
$$\Delta(\delta' - \delta) = cos \, p \, \Delta s - s \, sin \, p \, \Delta p \, sin \, 1'$$

oder nach Einsetzung der obigen Werthe

$$\text{W. P.} \begin{cases} \Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{xs}{15} sec \, \delta_0 \, (sin \, p - tang \, z_0 \, tang \, \delta_0 \, cos \, p \, sin \, \eta + tang^2 \, z_0 \, cos \, (p - \eta) \, sin \, \eta \\ \qquad\qquad - tang \, z_0 \, tang \, \delta_0 \, sin \, p \, cos \, \eta) \\ \Delta(\delta' - \delta) = xs \, (cos \, p + tang \, z_0 \, tang \, \delta_0 \, sin \, p \, sin \, \eta + tang^2 \, z_0 \, cos \, (p - \eta) \, cos \, \eta) \end{cases}$$

$$\text{Sch. P.} \begin{cases} \Delta(\alpha' - \alpha) = \frac{xs}{15} sec \, \delta_0 \, (sin \, p + tang^2 \, z_0 \, cos \, (p - \eta) \, sin \, \eta + tang^2 \, z_0 \, sin \, \eta \, cos \, \eta \, cos \, p \\ \qquad\qquad - tang \, z_0 \, tang \, \delta_0 \, sin \, p \, cos \, \eta) \\ \Delta(\delta' - \delta) = xs \, cos \, p \, (1 + tang^2 \, z_0 \, cos^2 \, \eta). \end{cases}$$

Die beiden Ausdrücke für $\Delta(\alpha' - \alpha)$ vereinfachen sich, wenn man bei der Berechnung von $\alpha' - \alpha$ aus dem beobachteten Positionswinkel und der Distanz die wahre Declination δ_0 anwendet, in welchem Falle das letzte Glied in der Klammer wegfällt.

Der parallaktische Winkel wird nach dem Früheren gefunden aus

$$tang \, \eta = cotang \, n \, sec \, (N + \delta).$$

Beispiel. Strassburg Gr. Refr. 1886 Mai 7. A. f. Beob. KOBOLD.

☄ Brooks II südlich von ∗ 9m·5 (B. D. 36°·5080) 23h 28m 18s + 36° 53'·4

Wahrer Parallel 357° 55'·0

	Uhrzeit	Pos.-Kr.	Uhrzeit	Schraube u	Coinc. u	Coinc. u
	16h 31m 14s	192° 25'·5	16h 36m 47s	19·126	15·005	14·910
	32 59	190 19·5	38 17	18·722	·006	·912
	34 32	190 52·0	39 36	18·413	·008	·908
	35 34·5	192 17·5	40 42·5	18·090	·010	·910
Mittel	16 33 34·9	191 28·6	42 1·5	17·715	15·0072	14·9100
	16 44 21	183 46·5	43 8	17·477		
	45 16	181 5·5	16 40 5·3	18·257		
	46 14·5	179 52·0	Coinc.	14·959		
	47 9·5	175 36·0	Dist.	3·298		
Mittel	16 45 45·2	180 5·0		= 74''·55		

Hiernach kann vorläufig angenommen werden

$$\left.\begin{array}{l} p = 187^\circ\,28' \\ s = 74''\!\cdot\!55 \end{array}\right\} \text{für } t_0 = 16^h\,40^m\,5^s\!\cdot\!3 \qquad \delta_0 + 36^\circ\,53'$$

und damit ergiebt sich

$\log \sin p$	9·1138$_n$
$\log s$	1·8725
$\log \cos p$	9·9963$_n$

Bew. in 1^m in α	+2''·60
„ „ „ „ δ	+5·43
$\log e$	0·4150
$\log \cos \delta_0$	9·9030
$\log e \cos \delta_0$	0·3180
$\log (t_1 - t_0)$	0·8134$_n$
$\log (t_2 - t_0)$	0·7532
$\log e'$	0·7348

	1. Satz der Pos.-W.	2. Satz der Pos.-W.
x_0	−9''·69	−9''·69
$e \cos \delta_0 (t - t_0)$	−13·53	+11·78
y_0	−73·92	−73·92
$e'(t - t_0)$	−35·33	+30·76
$\log x$	1·3659$_n$	0·3201
$\log y$	2·0384$_n$	1·6351$_n$
	9·9904$_n$	9·9995$_n$
p	192° 0'·0	177° 13'·7
B	193 33·6	182 10·0
$B - R$	+1 33·6	+4 56·3
$\log \sin$	8·4350	8·9349
$\log s$	2·0480	1·6356.

Gleichungen zur Bestimmung von dx und dy

$(9{\cdot}9891_n)\,dx + (9{\cdot}3448)\,dy = (0{\cdot}4830)$

$(9{\cdot}1138_n)\,dx + (9{\cdot}9963_n)\,dy = 0$

$(0{\cdot}0000_n)\,dx + (7{\cdot}7226_n)\,dy = (0{\cdot}5705)$

Normalgleichungen:

$(0{\cdot}2941)\,dx + (8{\cdot}9138_n)\,dy = (0{\cdot}8254_n)$

$(8{\cdot}9138_n)\,dx + (0{\cdot}0136)\,dy = (9{\cdot}8149)$

$\log dx$ 0·5294$_n$ $\quad \log dy$ 9·5610

dx −3·38 $\quad dy$ +0·36

Uebrig bleibende Fehler + 0''·34 + 0''·08 − 0''·34

$x_0 + dx = -13''\!\cdot\!07$

$y_0 + dy = -73{\cdot}56$

$\log x$	1·1163$_n$
$\log \cos \delta_0$	9·9030
$\log x \sec \delta_0$	1·2133$_n$
$\log 15$	1·1761.

Refractionsberechnung:

St.-Zt.	$16^h\,28^m$
α	23 28
t	17 0
N	−12° 52'
δ_0	+36 53
$N + \delta_0$	+24 1
$\log \sin (N + \delta_0)$	9·6096
$\log \sin n$	9·8860
$\log \cotang n$	9·9194$_n$
$\log \cos (N + \delta_0)$	9·9607
z_0	71° 46'
$\log z_0$	6·4297
$\log B$ (754^{mm})	+ 14
$\log T$ (+11°)	− 8
$\log \gamma$ (+8°)	+ 20

η	− 42°·3
p	187·5
$p - \eta$	229·8
$\log \sin \eta$	9·828$_n$
$\log \cos (p - \eta)$	9·810$_n$
$\log \cos \eta$	9·869
$\log \cos p$	9·996$_n$
$\log \sin p$	9·116$_n$
$\log \tang z_0$	0·482
$\log \tang \delta_0$	9·875
$\log \varkappa$	6·432
$\log s$	1·872

$\log \tang z_0 \tang \delta_0$	0·357
$\log \sin \eta \cos p$	9·824
$\log \sin \eta \sin p$	8·944
$\log \tang^2 z_0$	0·964
$\log \sin \eta \cos (p - \eta)$	9·638
$\log \cos \eta \cos (p - \eta)$	9·679$_n$
$\sin p$	−0·13
	−1·52
	+4·00
$\cos p$	−0·99
	+0·20
	−4·40
	0·371
$\log \varkappa s$	8·304
	0·715$_n$
	8·675
$\log \cos \delta_0$	9·903

Der Ort des Sternes ergab sich durch Anschluss an ROMBERG's Katalog 5536 und LUND Zonen 301, 309:

M. A. 1886·0	$23^h\ 28^m\ 16^s\!\cdot\!97$	$+36°\ 55'\ 0''\!\cdot\!4$		
Red. a. sch. A.	$+0\cdot25$	$-8\cdot8$		

und daraus

Uhrzeit	$16^h\ 40^m\ 5^s\!\cdot\!3$			
ΔU	$-12\ \ 17\cdot4$			
St. Zt.	$16\ \ 27\ \ 47\cdot9$			
St. Zt. i. m. M.	$3\ \ 0\ \ 55\cdot4$			
Diff.	$13\ \ 26\ \ 52\cdot5$	♄ — ✱ —	$0^m\ 1^s\!\cdot\!090$	$-1'\ 13''\!\cdot\!56$
Red. a. m. Zt.	$-2\ \ 12\cdot2$	Refr. +	$0\cdot004$	$-0\cdot10$
		✱	$23\ 28\ 17\cdot22$	$+36\ 54\ 51\cdot6$
1886 Mai 7	$13^h\ 24^m\ 40^s\!\cdot\!3$	M. Zt. Str.	$23\ 28\ 16\cdot13$	$+36\ 53\ 37\cdot9$
		log f. par.	$9\cdot676_n$	$0\cdot795$

Einfluss der Gattung des Lichtes auf den relativen Ort zweier Sterne.

Bei der Berechnung der Einwirkung der Strahlenbrechung auf den relativen Ort zweier Sterne ist im Vorigen angenommen worden, dass die Refractionsconstante für beide Sterne dieselbe ist. Die Brechung des Lichtes in der Atmosphäre der Erde hängt aber auch von seiner Wellenlänge ab und wird daher verschieden sein, wenn der eine Stern Licht von wesentlich anderer Wellenlänge emittirt, als der andere, oder wenn gewisse Farbentöne in dem Spectrum des einen, andere in dem des zweiten vorwiegen. Um den Einfluss, den eine Verschiedenheit der Wellenlänge auf die Refractionsconstante hervorbringt, näher zu ersehen, differenzire man den Ausdruck derselben $\frac{c\rho}{1+2c\rho}$, wo ρ die Dichtigkeit der Luft und c eine Constante ist, die mit dem Brechungsindex der Luft μ in der Verbindung $\mu^2 - 1 = 2c\rho$ steht, dann erhält man sehr nahe

$$\delta x = \frac{d\mu}{\mu - 1}\,x.$$

Setzt man hierin beispielshalber $x = 57''\!\cdot\!7$, und nimmt für μ den Brechungsexponenten, welcher der Wellenlänge der Fraunhofer'schen Linie B (0·687) entspricht, 1·0002911, so wird die Aenderung δx für die Wellenlänge von D (0·589) $\delta x = \frac{0\cdot0000011}{0\cdot00029}\,57\cdot7 = 0''\!\cdot\!22$. Wird nun auch eine solche Differenz mit Rücksicht auf die thatsächlichen Verhältnisse in der Zusammensetzung des Sternlichts als eine extreme bezeichnet werden müssen, so ist auf der anderen Seite zu beachten, dass im Gegensatz zu der differentiellen Refraction eine Verschiedenheit in der Refractionsconstante mit dem Factor $tang\,z$ multiplicirt in das Resultat übergeht, und zwar unabhängig von dem Abstand der beiden Sterne. Man findet aus den früheren Entwicklungen sogleich die Verbesserung in AR. und Declination

$$\Delta[\cos\delta(\alpha' - \alpha)] = -\frac{\delta x}{15}\,tang\,z\,\sin\eta$$

$$\Delta(\delta' - \delta) = -\delta x\,tang\,z\,\cos\eta$$

und in Polarcoordinaten

$$s\,\Delta p\,\sin 1' = \delta x\,tang\,z\,\sin(p - \eta)$$

$$\Delta s = -\delta x\,tang\,z\,\cos(p - \eta).$$

Da die Grösse δx im Allgemeinen nicht wohl auf directem Wege bestimmt werden kann, so wird es sich bei allen feineren Untersuchungen, wo man aus den beobachteten Werthen des relativen Ortes zweier Sterne Schlüsse ziehen will, insbesondere bei Parallaxenbestimmungen und bei der Verwerthung von Doppe

sternmessungen, empfehlen, hypothetische Glieder von der obigen Form in die Rechnung einzuführen. Man vergleiche hierüber A. A. RAMBAUT, »On the Effect of Atmospheric Dispersion on the position of a star« [1]).

Systematische Beobachtungsfehler bei Doppelsternmessungen.

Wie bei allen astronomischen Beobachtungen neben den zufälligen systematische Beobachtungsfehler auftreten, d. h. Fehler, welche unter denselben Umständen in demselben Sinne und nahe demselben Betrage wiederkehren und durch Vermehrung der Anzahl der Messungen Seitens desselben Beobachters nicht herabgedrückt werden, so gilt dies in hohem Grade auch für die Messungen der Positionswinkel und der Distanzen nahe stehender Sterne; dieselben haben bei den Doppelsternmessungen eine um so grössere Bedeutung, als sie bei der relativ langsamen Bewegung und der kurzen Zeit, seit welcher genauere Beobachtungen vorliegen, für die Bestimmung ihrer Bahnen sehr verhängnissvoll sein können. Die Anregung zu einem eingehenderen Studium dieser Fehler ist WILHELM STRUVE zu verdanken, dem Altmeister auf dem Gebiet der Doppelsternbeobachtungen, der theils durch Vergleichung eigener, nach verschiedenen Methoden angestellten Beobachtungen, theils durch Nebeneinanderstellen seiner Resultate mit denen anderer Beobachter zuerst die Aufmerksamkeit der Astronomen auf das Vorhandensein constanter oder systematischer Unterschiede lenkte und auch einen Weg zu ihrer Ermittlung angab. Seit jener Zeit hat die Untersuchung dieser Fehler einen breiten Raum in der Doppelsternastronomie eingenommen, und wenn es gleich hier nicht möglich ist, ins Einzelne darüber einzutreten, so mögen bei der Wichtigkeit des Gegenstandes kurz die Methoden erwähnt werden, welche für diese Zwecke vorgeschlagen und angewandt worden sind. Sie zerfallen in zwei Gruppen, je nachdem die Fehler durch directe Messungen an natürlichen Doppelsternen studirt oder aus Beobachtungen künstlich nachgeahmter Objecte eruirt werden.

Der auch um die Doppelsternastronomie hochverdiente Engländer DAWES hat, wie es scheint zuerst (1834), auf den Einfluss aufmerksam gemacht, den die Richtung des die beiden Componenten verbindenden Bogens oder der Positionswinkel auf die Messung ausübt, und daher vorgeschlagen, mittelst eines total reflectirenden Prismas die beiden Sterne stets parallel oder senkrecht gegen die vertical gehaltene Medianebene (Mittelebene der Symmetrie) des Kopfes zu stellen. Ist kein Prisma vorhanden, so empfiehlt es sich, den Kopf so zu neigen, dass die Objecte scheinbar horizontal oder vertical liegen, was, da es sich hierbei um Neigungen von höchstens 45° handelt, ohne erhebliche Muskelanstrengung möglich ist. Das Verfahren kann freilich zunächst nur bezwecken, eine grössere Gleichförmigkeit in den Messungen, besonders der Positionswinkel herbeizuführen; es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass es noch mehr leistet, da man im gewöhnlichen Leben es vorwiegend mit verticalen und horizontalen Linien zu thun hat und in der Beurtheilung ihrer Lage mehr oder weniger eingeübt ist [2]). Anstatt den Einfluss der Lage des Sternpaars gegen die Verticale auf diese Weise zu eliminiren, kann man denselben auch dadurch ermitteln, dass man dieselben Paare in möglichst verschiedenen Stundenwinkeln ausmisst. Werden hierzu, wie es von O. STRUVE und v. DEMBOWSKI vorgeschlagen und von einer Anzahl von Astronomen ausgeführt ist, von den verschiedenen Beobachtern dieselben Paare

[1]) Monthly Notices, Vol. LV.

[2]) Vergl. H. STRUVE, Beobachtungen des Neptunstrabanten am 30zölligen Pulkowaer Refractor.

gewählt, so wird dadurch zugleich ein schätzbares Material zur Untersuchung der Unterschiede der Beobachter unter einander gewonnen.

Zur Bestimmung des absoluten systematischen Fehlers der Positionswinkel hat O. STONE vorgeschlagen, dieselben Paare mittelst sehr verschiedener Vergrösserungen zu messen. Ist P der beobachtete, p der wahre Positionswinkel, V der Winkel, unter dem das Bild des Doppelsterns bei der Vergrösserung M dem Beobachter erscheint, mithin gleich Distanz $\times$ Vergrösserung, so setzt STONE[1])

$$P = p + \frac{a}{V} \sin 2P + \frac{b}{V} \cos 2P;$$

für eine Vergrösserung m würde, da $v = V \cdot \frac{m}{M}$, die Gleichung werden:

$$P' = p + \frac{a}{v} \sin 2P' + \frac{b}{v} \cos 2P'$$

so dass, unter Anwendung von mindestens drei verschiedenen Vergrösserungen, p, a und b bestimmt werden können. Das Verfahren beruht aber auf zwei Voraussetzungen, die nicht ohne Weiteres zugelassen werden können, der einen, dass der Fehler umgekehrt proportional der Vergrösserung, der anderen, dass er der gleiche ist für P und $180 + P$. Mehr Zutrauen verdient in dieser Hinsicht der zweite von O. STONE vorgeschlagene Ausdruck

$$P = p + \frac{a}{V} + \frac{b}{V^2} + \frac{c}{V^3} + \ldots,$$

wo die p, a, b, . . in ähnlicher Weise und für gewisse Hauptrichtungen bestimmt werden müssen.

Ein anderes Verfahren zur Ermittelung der absoluten Fehler basirt auf der Annahme, dass selbige ihren systematischen Charakter verlieren und als zufällige Fehler behandelt werden können, wenn man Messungen von sehr vielen Beobachtern combinirt. Man wird dann die für benachbarte Werthe der Distanz und des Positionswinkels gebildeten Mittelwerthe als nahe fehlerfrei betrachten dürfen und aus ihrer Vergleichung mit den Einzelmessungen, welche bei vorhandener Bahnbewegung mittelst einer vorläufigen Ephemeride oder einer Interpolationsformel auf denselben Zeitpunkt übertragen werden, die Fehler der einzelnen Beobachter ableiten können[2]).

Die directe Bestimmung der systematischen Beobachtungsfehler durch Messungen an künstlichen Doppelsternen ist zuerst von W. STRUVE und in noch umfassenderer Weise von O. STRUVE versucht worden. Der Apparat des letzteren bestand aus einer nahe dreifüssigen schmiedeeisernen Platte, in welcher kleine Cylinder von Elfenbein, die in entsprechende Löcher eingefügt wurden, Doppelsterne markirten, wobei jedoch während der Beobachtung stets nur ein Doppelstern im Gesichtsfelde sichtbar war. Die Platte war um eine senkrechte Achse, welche auf das Beobachtungsfernrohr gerichtet wurde, drehbar, so dass jedem Doppelstern eine beliebige Neigung zum Verticalkreis gegeben werden konnte. Die Entfernungen der einzelnen Paare und die Winkel, welche die Verbindungslinie der Componenten mit einer gewissen Nullrichtung, die durch zwei an den Rändern der Platte befindliche Sterne gegeben war, einschloss, waren durch directe Messung auf der Scheibe ermittelt worden. Die jedesmalige Neigung jener Nullrichtung gegen die Verticale konnte wegen der grossen Entfernung der beiden

[1]) A. N. 2246.

[2]) G. V. SCHIAPARELLI, Osservazioni sulle stelle doppie. Pubblicazioni del Osservatorio di Brera in Milano No. XXXIII. — E. GROSSMANN, Untersuchung über systematische Fehler bei Doppelsternbeobachtungen. Göttingen 1892.

Endpunkte (nahe 1') mit Leichtigkeit und ohne merklichen systematischen Fehler durch Messung am Fernrohr bestimmt werden. Der Apparat war in geeigneter Weise und in einer Entfernung von beiläufig 8900 Fuss aufgestellt; die Messungen wurden meist zwischen Mittag und Sonnenuntergang, zum grösseren Theil bei Sonnenschein gemacht, wo die Aehnlichkeit der künstlichen Sterne mit den natürlichen am grössten war. Mittelst dieses Apparates hat O. STRUVE durch ausgedehnte Messungsreihen die gerade bei ihm stark ausgeprägten Fehler untersucht und durch interpolatorische Ausdrücke dargestellt. Indem für weitere Details auf die Arbeit selbst[1]) und auch auf das kritisch eingehende Referat von THIELE[2]) verwiesen werden muss, seien hier nur zwei Folgerungen erwähnt, die eine allgemeinere Gültigkeit beanspruchen dürften: 1) die Fehler der Richtungen hängen nicht direct von den Distanzen ab, sondern von dem Gesichtswinkel, unter welchem sich diese in den verschiedenen Ocularen (Vergrösserungen) darstellen. 2) die systematischen Fehler von Positionswinkel und Distanz können für jedes Paar dargestellt werden durch ein constantes Glied und ein oder mehrere andere Glieder, die sich nach gewissen Gesetzen mit der Richtung der Sterne zur Verticalen ändern.

G. BIGOURDAN[3]) hat zu demselben Zweck einen Apparat construirt, der von dem Apparat von O. STRUVE unter anderem auch darin sich unterscheidet, dass Mikrometer und künstliche Sterne mit einander verbunden sind und daher die Messungen zu jeder Zeit in einem geschlossenen Raume ausgeführt werden können. Ein Rohr von etwas über 7 Meter Länge, welches nach Art eines Passageninstruments um eine horizontale Achse drehbar ist, trägt an seinem einen Ende ein Fadenmikrometer, an dem anderen eine dünne Platte, die mit Löchern in verschiedenen Abständen von einander durchbohrt ist. In einer Entfernung von 6·5 Meter von der letzteren befindet sich eine achromatische Linse, durch welche von den durch eine Lampe beleuchteten feinen Oeffnungen Bilder in der Focalebene erzeugt werden, die dem Aussehen natürlicher Sterne bei guter Luft sehr nahe kommen. Die Helligkeit der Bilder lässt sich mittelst eines Doppelkeils aus dunklem und weissen Glase abschwächen; durch eine in das Rohr eingeführte Gasflamme kann künstlich eine grössere oder geringere Unruhe der Bilder erzeugt werden. Die Platte ist drehbar und der Drehungswinkel kann auf 0°·1 abgelesen werden; ausserdem kann der ganze Apparat — und dies ist ein nicht unwesentlicher Vorzug — bis zu einer gewissen Grenze, die sich bei etwas veränderter Construction noch weiter hinausschieben liesse, in verschiedene Zenitdistanzen gebracht werden.

Aus den von BIGOURDAN gefundenen Resultaten, welche sich nur auf die Positionswinkel erstrecken, seien, im übrigen mit Hinweis auf die Abhandlung selbst, die folgenden hervorgehoben: 1) die Unruhe der Bilder macht sich nur in der Vergrösserung des zufälligen Fehlers, nicht in der Aenderung des persönlichen Fehlers geltend. 2) Der persönliche Fehler als Function des von der Verticalen aus gezählten Positionswinkels befolgt bei der Höhe 0° und 60° einen parallelen Gang; 3) der Einfluss der Helligkeit ist bei gleich hellen Componenten Null, dagegen tritt eine Abhängigkeit von dem Unterschied der Helligkeiten beider Componenten deutlich hervor.[4])

---

[1]) Observations de Poulkova, Vol. IX.

[2]) V. J. S. der Astr. Ges., Bd. 15. Jahrgang.

[3]) G. BIGOURDAN, Sur l'équation personnelle dans les mesures d'étoiles doubles, — siehe auch V. J. S. d. Astr. Ges. 21. Jahrgang.

[4]) Ueber einen von HELMERT zur Untersuchung der Fehler der Positionswinkel benutzten, mit dem Beobachtungsfernrohr (in nahe horizontaler Stellung) verbundenen Apparat vergleiche:

Wenn nun auch das bisher auf diesem Gebiet gesammelte Material noch nicht genügt, um Schlüsse von allgemeiner Gültigkeit daraus abzuleiten, so steht doch soviel fest, dass die Hauptursache der systematischen Fehler physiologischer Natur ist und mit der Stellung und den Bewegungen des Auges zusammenhängt, während die begleitenden Umstände, die Helligkeit der Bilder und selbst ihre Helligkeitsdifferenz, ihre Ruhe und Schärfe u. a. von untergeordneter Bedeutung sind. Um so mehr erwächst daraus die Forderung, die Messungen in einer ungezwungenen Kopfhaltung zu machen und die Bilder durch ein Prisma stets in dieselbe Lage zur Medianebene zu bringen. Wahrscheinlich ist die ausgezeichnete Uebereinstimmung, welche KAISER in Leiden bei seinen Doppelsternmessungen 1865—1867 an einem Faden- und einem AIRY'schen Doppelbild-Mikrometer erzielte, zu einem guten Theil der Benutzung eines Prismas zuzuschreiben. Auch dürfte bei der Beobachtung der Richtungen die Einstellung auf den Faden, wo sie ausführbar ist, den Vorzug verdienen[1]).

Beobachtungen der Satelliten.

Auf die Bestimmung des relativen Orts eines Trabanten zum Hauptkörper ist an dieser Stelle nur noch insoweit einzugehen, als es in einigen Fällen nothwendig wird, die Figur des Planeten und die Beleuchtungsphase zu berücksichtigen; das Beobachtungsverfahren selbst ist, bei Anwendung des Fadenmikrometers — und dieses ist neben dem nur für die hellen Begleiter des Jupiter und Saturn verwendbaren Heliometer der geeignetste Messapparat für derartige Beobachtungen — das gleiche, wie es im Vorhergehenden erörtert worden ist. Nur einige Bemerkungen seien hier noch vorausgeschickt. Man misst entweder Unterschiede in rechtwinkligen Coordinaten, wobei das Fadennetz nach der Richtung der täglichen Bewegung oder auch bei Planeten mit bekannter Achsenlage nach dem Aequator derselben orientirt wird, oder Positionswinkel und Distanzen; in letzterem Falle wird bei dem Hauptkörper die scheinbare Mitte eingestellt, im ersteren dürfte, namentlich bei grossem, scheinbaren Durchmesser, der Anschluss an die Ränder vorzuziehen sein. In allen Fällen sind die Beobachtungen möglichst so anzuordnen, dass das Mittel der Zeiten für beide Coordinaten nahe gleich und daher die etwaige Zeitreduction klein wird. Wenn die beiden Objecte nicht gleichzeitig, sondern nach einander beobachtet werden, wie bei Durchgangsbeobachtungen bei ruhendem Fernrohr, so ist bei der Reduction die Bewegung des Systems in Rechnung zu bringen. Sind ϑ und Θ die Sternzeiten des Durchgangs des Begleiters und des Hauptkörpers durch den Stundenfaden, λ und λ' die Zunahme der AR. und Declination des letzteren in einer Secunde Sternzeit, so wird für die Zeit ϑ der Unterschied in Rectascension $\alpha - A = (\vartheta - \Theta)(1 - \lambda)$ und für dieselbe Zeit der Declinationsunterschied $\delta - D = d - (\vartheta - \Theta)\lambda'$, wenn d die durch Einstellung der beiden Objecte bei ihrem Durchgang durch den Stundenfaden gemessene Differenz ist. Wenn die Satelliten sehr schwach sind, so kann es sich nothwendig erweisen, das Licht des Hauptkörpers in geeigneter Weise abzuschwächen. So blendete BARNARD bei der sehr schwierigen Messung des V. Jupiterstrabanten im 36^z Fernrohr der Lick-Sternwarte das Licht des Planeten durch ein die Hälfte des Gesichtsfeldes bedeckendes Stück geschwärzten Glimmers ab und beobachtete mit hellen Fäden rechtwinklige Coordinaten, indem einmal

F. R. HELMERT, Der Sternhaufen im Sternbilde des SOBIESKI'schen Schildes. Publicationen der Hamburger Sternwarte No. I.

[1]) Vergl. auch H. SEELIGER, Ueber den Einfluss dioptrischer Fehler des Auges auf das Resultat astronomischer Messungen.

die Fäden parallel, das andere Mal senkrecht zum Aequator des Planeten gestellt und in beiden Richtungen die Abstände des Trabanten von den Rändern der Scheibe gemessen wurden. Ein ähnliches Verfahren wird bei schwachen Satelliten in Strassburg von KOBOLD befolgt. H. STRUVE brachte bei Beobachtungen des V. Jupiterstrabanten mit Hülfe der Ocularbewegung den Planeten aus dem um ½ durch ein Diaphragma abgeblendeten Gesichtsfeld und benutzte das immer noch genügende Planetenlicht, um mit dunklen Fäden einzustellen. In solchen Fällen muss man wiederholt das Ocular hin und herbewegen, um abwechselnd die Einstellung auf den Planeten und den Trabanten zu prüfen.[1])

Um die Verbesserung, welche die unvollständige Beleuchtung der Planetenscheibe, bei der Ableitung des relativen Ortes des Satelliten zum Centrum des Planeten nothwendig macht[2]), zu übersehen, werde die Oberfläche des Planeten als ein abgeplattetes Rotationsellipsoïd mit den Hauptachsen $2a$ und $2b$ $(b < a)$ vorausgesetzt; ferner sei $\frac{b^2}{a^2} = 1 - e^2$, $a' = \frac{a}{\rho \sin 1''}$, wo ρ die Entfernung des Planeten von der Erde bezeichnet, β die geocentrische Breite des Planeten bezogen auf seine Aequatorebene, dann ist die scheinbare Figur des Planeten, d. h. die Figur seiner Projection auf eine zur Verbindungslinie Erde-Planet senkrechte Ebene eine Ellipse und ihre Gleichung, für auf ein durch ihren Mittelpunkt gelegtes rechtwinkliges System zweier Achsen, von denen die v-Achse nach dem Nordpol des Planeten gerichtet ist, lautet:

$$u^2 + \frac{v^2}{1 - e^2 \cos^2 \beta} = a'^2.$$

Diese Figur wird nur dann vollständig gesehen, wenn sie ganz erleuchtet ist; in allen anderen Fällen ist die sichtbare Figur des Planeten nur zur Hälfte durch jene Ellipse, zur anderen Hälfte durch eine andere Ellipse, nämlich durch die Projection der Lichtgrenze begrenzt. Bezeichnen λ die geocentrische Länge des Mittelpunktes des Planeten, gezählt von einer beliebigen Anfangsrichtung in der Ebene seines Aequators, λ' und β' seine heliocentrische Länge und Breite in Bezug auf dieselbe Ebene und denselben Anfang, so wird die Gleichung der Ellipse, welche die Lichtgrenze bestimmt, unter der Annahme, dass das auf den Planeten fallende Licht als von einem Punkte ausgehend angesehen werden kann und mit Vernachlässigung der Refraction:

$$\left(u \cos w - \frac{v \sin w}{\sqrt{1 - e^2 \cos^2 \beta}}\right)^2 + \left(u \sin w + \frac{v \cos w}{\sqrt{1 - e^2 \cos^2 \beta}}\right)^2 \sec^2 d = a'^2,$$

wo d und w durch die Gleichungen bestimmt werden:

$$\tang \beta_1 = \frac{a}{b} \tang \beta \qquad \tang \beta_1' = \frac{a}{b} \tang \beta'$$

$$\cos d = \sin \beta_1 \sin \beta_1' + \cos \beta_1 \cos \beta_1' \cos(\lambda' - \lambda)$$

$$\sin d \sin w = \cos \beta_1' \sin(\lambda' - \lambda)$$

$$\sin d \cos w = \cos \beta_1 \sin \beta_1' - \sin \beta_1 \cos \beta_1' \cos(\lambda' - \lambda)$$

oder indem man setzt

---

[1]) Neben den directen Messungen geben auch die Ein- und Austritte der Satelliten aus dem Schattenkegel des Planeten, die Bedeckungen und Vorübergänge, ferner bei den Saturnstrabanten die Conjunctionszeiten oder die Zeiten, zu denen die Satelliten die verlängert gedachte Polarachse, oder die Tangenten, welche parallel zu derselben an die Kugel, den Ring und die Cassini'sche Theilung gezogen werden, sehr wichtige Beobachtungsdaten ab.

[2]) S. BESSEL, Ueber die scheinbare Figur einer unvollständig erleuchteten Planetenscheibe, Astr. Unters. Bd. I.

$$tang\,\nu = \frac{tang\,\beta_1'}{cos\,\lambda' - \lambda}$$

$$tang\,w = \frac{tang(\lambda' - \lambda)\,cos\,\nu}{sin(\nu - \beta_1)} \qquad tang\,d = tang(\nu - \beta_1)\,sec\,w.$$

Man erkennt leicht die Bedeutung der hier eingeführten Grössen. Zieht man gerade Linien von dem Mittelpunkt des Planeten nach Erde und Sonne und fällt von den Punkten, in denen sie die Oberfläche des Planeten schneiden, Perpendikel auf die Ebene seines Aequators, so sind $-\beta_1$ und $-\beta_1'$ die Breiten der dadurch auf die umschriebene Kugel projicirten Punkte; d ist der Bogen gr. Kr., welcher die beiden Punkte auf der Kugel mit einander verbindet, und w der Winkel, den derselbe mit dem Meridian des ersteren einschliesst. Nun ist die Senkrechte vom Centrum der Scheibe auf die Tangente, ausgedrückt durch den Winkel, den sie mit der Polarachse einschliesst, für die erste Ellipse

$$s = a' \sqrt{sin^2\vartheta + (1 - e^2 cos^2\beta)\,cos^2\vartheta}$$

oder wenn p und P den Positionswinkel der Senkrechten und der Polarachse bezeichnen und $e = sin\,\varepsilon_0$, $sin\,\varepsilon_0\,cos\,\beta = sin\,\varepsilon$ gesetzt wird

$$s = a' \sqrt{1 - sin^2\varepsilon\,cos^2(p - P)}.$$

Für die Senkrechte auf die Tangente an die Lichtgrenze erhält man:

$$s' = a' \sqrt{1 - sin^2\varepsilon\,cos^2(p - P)}\,\sqrt{1 - sin^2 d\,cos^2(p' - w)}.$$

wo p' durch die Gleichung $tang\,p' = tang\,(p - P)\,sec\,\varepsilon$ bestimmt wird.

Setzt man noch

$$sin\,\varepsilon\,cos\,(p - P) = sin\,\chi$$
$$sin\,d\,cos\,(p' - w) = sin\,\psi,$$

so folgt als Reduction auf die Mitte bei Einstellung des Fadens auf den vollerleuchteten Rand

$$\pm\,a'\,cos\,\chi$$

und bei Einstellung des Fadens auf die Lichtgrenze

$$\mp\,a'\,cos\,\chi\,cos\,\psi \quad \text{oder} \quad \mp\,a'\,cos\,\chi \pm 2a'\,cos\,\chi\,sin^2\tfrac{1}{2}\psi,$$

mithin beträgt die Correction, welche wegen der Phase an das Mittel der Berührungen der beiden Ränder mittelst des Fadens anzubringen ist

$$\pm\,a'\,cos\,\chi\,sin^2\tfrac{1}{2}\psi.$$

Misst man nun Coordinatenunterschiede bezogen auf zwei durch das Planetencentrum parallel zu dem polaren und äquatorealen Durchmesser gelegte Achsen, so wird

im ersteren Falle $p - P = 90 \qquad \chi = 0 \qquad sin\,\psi = sin\,d\,sin\,w,$
im letzteren Falle $p - P = 0 \qquad sin\,\chi = sin\,\varepsilon \qquad sin\,\psi = sin\,d\,cos\,w.$

Werden dagegen AR. und Decl.-Unterschiede gemessen, so berechnen sich die Hülfswinkel aus den Gleichungen:

AR.	Decl.
$sin\,\chi = sin\,P\,sin\,\varepsilon$	$sin\,\chi = cos\,P\,sin\,\varepsilon$
$tang\,p' = cotang\,P\,sec\,\varepsilon$	$tang\,p' = -\,tang\,P\,sec\,\varepsilon$
$sin\,\psi = sin\,d\,cos\,(p' - w)$	$sin\,\psi = sin\,d\,cos\,(p' - w)$

und die Reduction auf die Mitte beträgt für erstere $\pm\frac{a'\,cos\,\chi}{15\,cos\,\delta}$ bezw. $\mp\frac{a'\,cos\,\chi\,cos\,\psi}{15\,cos\,\delta}$, für letztere $\pm\,a'\,cos\,\chi$ bezw. $\mp\,a'\,cos\,\chi\,cos\,\psi$. Ist die AR.-Differenz nicht mittelst der Schraube, sondern aus Durchgängen bestimmt, so wird im Nenner der vorstehenden Ausdrücke noch der Factor $(1 - \lambda)$ hinzuzutreten haben, wo λ wie oben die Zunahme der Rectascension in einer Secunde Sternzeit bedeutet.

Die im Vorigen gebrauchten Grössen λ, β, λ', β', P lassen sich leicht aus dem geocentrischen und heliocentrischen Ort des Planeten und der Lage seiner Aequatorebene berechnen. Bezeichnen n die Länge des aufsteigenden Knotens des Planetenäquators auf dem Himmelsäquator, i gegenseitige Neigung, α und δ die geocentrische Rectascension und Declination des Planeten, so folgen λ, β und P, wenn man erstere Grösse von jenem Knoten aus zählt, aus den Gleichungen:

$$\sin\beta = \sin\delta \cos i - \cos\delta \sin i \sin(\alpha - n) \qquad \cos\beta \sin P = -\sin i \cos(\alpha - n)$$
$$\cos\beta \sin\lambda = \sin\delta \sin i + \cos\delta \cos i \sin(\alpha - n) \qquad \cos\beta \cos P = \cos i \cos\delta + \sin i \sin\delta \sin(\alpha - n)$$
$$\cos\beta \cos\lambda = \cos\delta \cos(\alpha - n)$$

Man kann dieselben drei ersten Gleichungen benutzen, um aus der heliocentrischen Rectascension und Declination des Planeten λ' und β' abzuleiten. Da aber in den Ephemeriden in der Regel nur die heliocentrischen Längen und Breiten gegeben werden, so ist es zweckmässiger, von der Lage des Planetenäquators in Bezug auf die Ekliptik auszugehen. Sind n' und i' dasselbe für die letztere, was n und i für den Aequator, ferner ε die Schiefe der Ekliptik und q der Bogen auf dem Planetenäquator vom aufsteigenden Knoten auf dem Himmelsäquator bis zum aufsteigenden Knoten auf der Ekliptik, so hat man:

$$\sin \tfrac{1}{2} i' \sin \frac{n' + q}{2} = \sin \tfrac{1}{2} n \sin \frac{i + \varepsilon}{2}$$
$$\sin \tfrac{1}{2} i' \cos \frac{n' + q}{2} = \cos \tfrac{1}{2} n \sin \frac{i - \varepsilon}{2}$$
$$\cos \tfrac{1}{2} i' \sin \frac{n' - q}{2} = \sin \tfrac{1}{2} n \cos \frac{i + \varepsilon}{2}$$
$$\cos \tfrac{1}{2} i' \cos \frac{n' - q}{2} = \cos \tfrac{1}{2} n \cos \frac{i - \varepsilon}{2}$$

und darauf, wenn l und b die heliocentrischen Ekliptikalcoordinaten des Planeten bezeichnen,

$$\sin\beta' = \sin b \cos i' - \cos b \sin i' \sin(l - n').$$
$$\cos\beta' \sin(\lambda' - q) = \sin b \sin i' + \cos b \cos i' \sin(l - n')$$
$$\cos\beta' \cos(\lambda' - q) = \cos b \cos(l - n'),$$

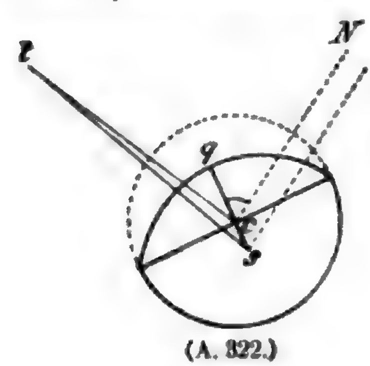
welche Gleichungen, ebenso wie auch die vorhergehenden, für die logarithmische Rechnung in bekannter Weise durch Einführung eines Hülfswinkels umgeformt werden.

Da bei Saturn die Phase fast unmerklich ist und kaum einige hundertel Secunden erreicht, so bleibt Jupiter als einziger Planet mit starker Abplattung, für welchen die übrigens auch nur $\frac{1}{2}''$ im Maximum betragende Phase nach den obigen Formeln zu berechnen ist. Indessen kann hier, unbeschadet der Genauigkeit, die Rechnung erheblich abgekürzt werden, indem mit Rücksicht auf die geringe Neigung des Aequators des Planeten und seiner Bahn gegen die Ekliptik ($2^\circ\cdot1$ bezw. $1^\circ\cdot3$) $w = 90$, $d = \lambda' - \lambda$, $\lambda' = l$ angenommen und λ und P aus den obigen Gleichungen berechnet werden, nachdem darin $n = 0$ gesetzt und statt i, ε substituirt worden ist.

Für den Planeten Mars vereinfachen sich die Ausdrücke dadurch, dass wegen seiner geringen, bisher noch nicht ganz zweifellos nachgewiesenen Abplattung $e = 0$ gesetzt werden darf. In der Regel wird man sich hier der Methode der Positionswinkel und Distanzmessungen bedienen, indem man die scheinbare Planetenscheibe durch den Faden in zwei gleiche Theile zerlegt[1]). Die Verbesserungen, welche in

[1]) Siehe u. a. A. Hall, Observations and orbits of the satellites of Mars. Washington 1878.

diesem Falle an die gemessenen Coordinaten anzubringen sind, ergeben sich aus folgender Erwägung. Der Faden geht bei dieser Art der Einstellung stets durch den Schwerpunkt der erleuchteten Fläche; der Schwerpunkt liegt aber auf der Senkrechten, welche in der Mitte der Hörnerlinie errichtet wird und zwar in einem Abstand (nach dem vollbeleuchteten Rande zu) $m = \frac{8a' \sin^2 \frac{1}{2} d}{3\pi}$, wo d wie oben den Winkel am Planeten zwischen den Richtungen nach Sonne und Erde bedeutet. Ist also Q der Positionswinkel der grössten Phase oder des grössten Lichtdefectes, so hat man (s. Fig. 322) unmittelbar als Reduction der vom Schwerpunkt s aus gemessenen Grössen auf den Mittelpunkt c:



(A. 322.)

$$\Delta s'' = -m \cos(p - Q)$$
$$\Delta p^\circ = \frac{m \sin(p - Q)}{s \sin 1^\circ}.$$

Q wird aber gleich w und kann zugleich mit d berechnet werden, wenn man in den Gleichungen (pag. 167) an Stelle von λ, β die geocentrische und statt λ' β' die heliocentrische Rectascension und Declination treten lässt. Bequemer wird die Rechnung durch die Ausdrücke

$$\cos g = \sin D \sin \delta + \cos D \cos \delta \cos(\alpha - A)$$
$$\sin g \sin Q = \cos D \sin(\alpha - A)$$
$$\sin g \cos Q = -\sin D \cos \delta + \cos D \sin \delta \cos(\alpha - A)$$
$$\sin d = \frac{R}{r} \sin g,$$

worin α, δ, A, D die geocentrische AR. und Declination des Planeten bezw. der Sonne, r und R die Radienvectoren derselben, und g den Winkel zwischen Planet und Sonne bezeichnen. Der Winkel d ist bei den oberen Planeten stets ein spitzer. Zur Erleichterung der Rechnung können die Ephemeriden dienen, welche in den »Monthly Notices« für Satellitenbeobachtungen und für physische Beobachtungen der Planeten veröffentlicht werden.

Messungen auf einer Planetenscheibe.

Seitdem man angefangen hat, dem physischen Aussehen der Oberflächen der Planeten, ihrer Achsenstellung und Rotation eine erhöhte Aufmerksamkeit zu schenken, und insbesondere nachdem durch die klassischen Arbeiten SCHIAPARELLI's[1]) die Bedeutung einer genauen Topographie der Planeten dargethan ist, hat das Fadenmikrometer auch auf diesem Gebiet eine häufige Anwendung gefunden. Zwar lässt sich nicht verkennen, dass auch durch getreue Abbildungen nach dem Anblick im Fernrohr und nachfolgende Ausmessung mittelst geeigneter Diagramme Resultate von grosser Genauigkeit erlangt worden sind[2]), aber einerseits wird hier ein nicht geringes Maass von Geschick im Zeichnen verlangt und überdies dem Auftreten von persönlichen Fehlern ein weites Feld eingeräumt, und andererseits kann man der directen Messung am Fernrohr behufs Festlegung gewisser Hauptrichtungen doch nicht ganz entbehren. Am zweckmässigsten wird man beide Verfahren mit einander verbinden, indem

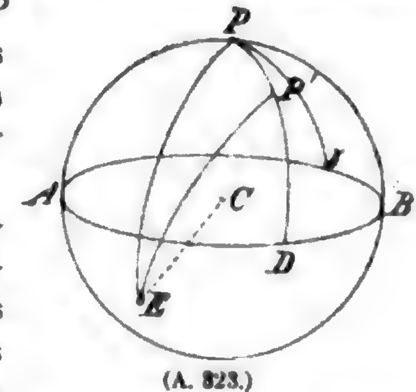
---

[1]) G. V. SCHIAPARELLI, Osservazioni astronomiche e fisiche sull'asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte, fatte nella reale specola di Brera in Milano coll'equatoreale di MERZ durante l'opposizione del 1877 und die anschliessenden Memoria II, III, IV.

[2]) Vergl. u. a. die Arbeiten von KAISER im 3. Bd. der Annalen der Sternwarte in Leiden.

man die stärker hervortretenden Flecke und Merkmale gleichsam als Punkte I. Ordnung mit aller durch directe Messung erreichbaren Genauigkeit ausmisst und in das daraus entstehende und orientirte Netz die schwächeren und zarteren Gestaltungen und Schattirungen nach dem Augenmaass einträgt. An dieser Stelle möge kurz das Verfahren der Messung erläutert werden, indem auf den Planeten Mars Bezug genommen wird. Es wird hierfür nöthig sein, von den Gleichungen auszugehen, welche zwischen der Lage der Planetenachse im Raume und der Lage, unter der sie von der Erde aus gesehen wird, bestehen; dieselben sind bereits oben (pag. 169) gegeben, sollen hier aber in theilweise anderer Form und Bezeichnung wiederholt werden.

Die Fig. 323 stelle eine um den Mittelpunkt C des Planeten beschriebene Kugel dar; ADB sei der grösste Kreis, den eine durch C dem Erdäquator parallel gelegte Ebene auf derselben ausschneidet, P der Nordpol des Erdäquators, P' der Nordpol des Aequators des Planeten, E der Punkt, in welchem ein von C nach dem Mittelpunkt der Erde gezogener Strahl die Kugel schneidet.



(A. 323.)

Bezeichnen dann ☊ und J die Länge des aufsteigenden Knotens des Planetenäquators auf dem Erdäquator und ihre gegenseitige Neigung (☊ = AR. des Nordpols des Planeten — 270°, $J = 90° -$ Decl. des Nordpols), α und δ die geocentrische Rectascension und Declination des Planeten, P den Positionswinkel der Planetenachse, i den Winkel, den die letztere (positiv gerechnet nach Norden) mit der Richtung Planet-Erde macht, oder die planetographische Nordpolardistanz der Erde, q den sogen. Polwinkel der Erde oder den Winkel am Nordpol des Planeten, der von den Declinationskreisen des Nordpols des Erdäquators und der Erde (E) gebildet wird, von jenem ab ostwärts gezählt — so ist

$$\gamma FD = \gamma AD = \Omega - 90° \qquad EPP' = \Omega - \alpha + 90°$$
$$PP' = J \qquad PEP' = -P$$
$$\gamma PE = 180° + \alpha \qquad PP'E = q$$
$$PE = 90° + \delta \qquad P'E = i,$$

mithin

$$\sin i \sin q = \cos\delta \cos(\Omega - \alpha) \qquad \sin i \sin P = -\sin J \cos(\Omega - \alpha)$$
$$\sin i \cos q = -\sin\delta \sin J + \cos\delta \cos J \sin(\Omega - \alpha) \qquad \sin i \cos P = \cos J \cos\delta - \sin J \sin\delta \sin(\Omega - \alpha)$$
$$\cos i = -\sin\delta \cos J - \cos\delta \sin J \sin(\Omega - \alpha),$$

oder wenn

$$\operatorname{tang} N = \operatorname{cotang} \delta \sin(\Omega - \alpha) \qquad \operatorname{tang} N' = -\operatorname{tang} J \sin(\Omega - \alpha)$$

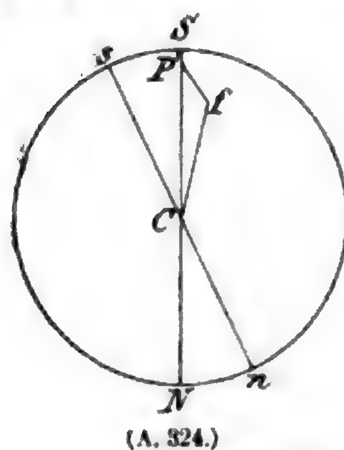
gesetzt werden

$$\operatorname{tang} q = \frac{\operatorname{cotang}(\Omega - \alpha) \sin N}{\sin(N - J)} \qquad \operatorname{tang} P = \frac{\operatorname{cotang}(\Omega - \alpha) \sin N'}{\cos(N' - \delta)}$$
$$\operatorname{tang} i = -\frac{\operatorname{tang}(N - J)}{\cos q}$$

Es ist klar und geht auch aus dem letzten Ausdruck hervor, dass die Lage der Planetenachse im Raume durch mindestens zwei zu verschiedenen Epochen gemessene Werthe des Positionswinkels P bestimmt wird. Da ☊ und J gegenwärtig sehr angenähert bekannt sind und es sich daher nur um kleine Verbesserungen und die Bestimmung etwaiger Präcessionsänderungen handeln kann, so genügt die Gleichung zwischen den Differentialen:

$$\frac{\cos q \sin J}{\sin i} d\Omega - \frac{\sin q}{\sin i} dJ = dP.$$

Zur Bestimmung von P sind beim Planeten Mars die in der Nähe der Pole gelegenen Schneeflecke besonders geeignet. Ist C (Fig. 324) der Mittelpunkt der scheinbaren Marsscheibe, P' der Südpol des Planeten, ns die Nordsüdrichtung, f der südliche Polarfleck, λ sein Polabstand, ϑ seine von einem willkürlichen Anfangsmeridian und entgegengesetzt der Rotation gezählte Länge, w die von demselben Anfangspunkt gerechnete areographische Länge des Centralmeridians NCS für den Zeitpunkt, für welchen die Rechnung den Positionswinkel der Achse $P' = 180 + P$ und die Messung den Positionswinkel des Fleckes $= P_f$ ergeben habe, so folgt aus dem Dreieck $P'fC$



(A. 324.)

$$tang\,(P' + dP - P_f) = \frac{sin\,\lambda\,sin\,(\vartheta - w)}{cos\,\lambda\,sin\,i + sin\,\lambda\,cos\,i\,cos\,(\vartheta - w)}$$

oder da λ nur wenige Grade beträgt:

$$P_f - P' = dP + \lambda\,cos\,\vartheta\,sin\,w\,cosec\,i - \lambda\,sin\,\vartheta\,cos\,w\,cosec\,i,$$

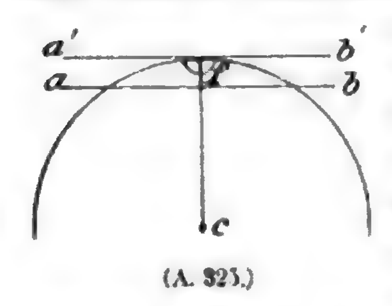
wofür man auch in den meisten Fällen setzen kam:

$$P_f - P' = dP + \lambda\,cos\,\vartheta\,sin\,w - \lambda\,sin\,\vartheta\,cos\,w.$$

Analog giebt der Nordpolarfleck

$$P_f - P = dP - \lambda\,cos\,\vartheta\,sin\,w + \lambda\,sin\,\vartheta\,cos\,w.$$

Da während einer Opposition des Planeten die Grössen λ und ϑ im allgemeinen als constant angenommen werden dürfen, so kann man aus einer grösseren Zahl von gemessenen Positionswinkeln des einen oder anderen Polarflecks die Unbekannten dP, $\lambda\,cos\,\vartheta$ und $\lambda\,sin\,\vartheta$ nach der Methode der kleinsten Quadrate ermitteln. Die Messungen selbst können in verschiedener Weise ausgeführt werden. Nach dem einen Verfahren stellt man den Mikrometerfaden so auf die Scheibe, dass er durch den Mittelpunkt des Flecks geht und zugleich die Planetenscheibe in zwei gleiche Theile zerlegt. Der Faden geht dann in allen Fällen durch den Schwerpunkt der Fläche, der mit dem Mittelpunkt zusammenfällt, wenn die Scheibe voll beleuchtet ist. Ist aber eine merkliche Phase vorhanden, so bedarf der auf diesem Wege abgeleitete, für den Nullpunkt des Kreises verbesserte Positionswinkel der bereits oben (pag. 170) abgeleiteten Correction $\Delta P_f = \frac{m\,sin\,(P_f - Q)}{s\,sin\,1^\circ}$ worin s den Abstand des Flecks vom Centrum bezeichnet und die übrigen Zeichen die frühere Bedeutung haben.



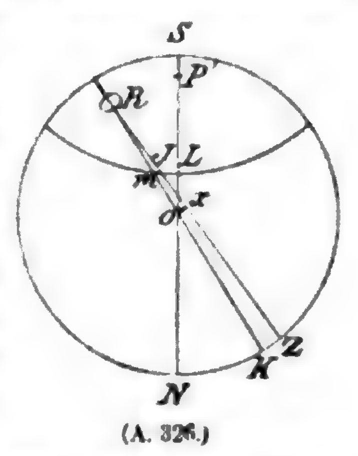
(A. 325.)

Nach dieser Methode wurde unter Anderen von HALL beobachtet. SCHIAPARELLI schlug einen anderen Weg ein. Er schnitt mit dem Faden ab (Fig. 325) ein sehr kleines Segment in der Weise ab, dass der Polarfleck f die Mitte edsselben einnahm und die beiden Theile af und fb einander gleich waren — oder er stellte den Faden $a'b'$ tangirend an denjenigen Punkt des Randes, welcher nach dem Augenmaass auf dem durch das Centrum des Polflecks gehenden Durchmesser lag[1]). Es darf hierbei aber die Phase nicht zu nahe an den Polfleck heranreichen, weil man sonst leicht in systematische Fehler verfällt.

Um den planetographischen Ort irgend eines Punktes auf der Oberfläche zu bestimmen, beobachtet man die Zeit, zu welcher derselbe den centralen

[1]) SCHIAPARELLI, a. a. O., § 5.

Meridian der Scheibe passirt, und misst (oder schätzt) gleichzeitig den Abstand von der Mitte der Scheibe. Denn offenbar wird, wenn w die Länge des Centralmeridians in jenem Moment ist, w auch die gesuchte planetographische Länge des betreffenden Punktes sein, gezählt von dem bei der Berechnung von w zu Grunde gelegten Anfangsmeridian, und ferner wird, wenn μ den auf dem Centralmeridian gemessenen Abstand bezeichnet, die planetographische Poldistanz σ aus der Gleichung gefunden $\frac{\mu}{\rho} = \sin(i - \sigma)$ worin i, wie oben, die Poldistanz der Erde, d. i. der Mitte der Scheibe und ρ den Radius der letzteren bedeuten. Der Anfangspunkt der Längenzählung ist natürlich willkürlich; SCHIAPARELLI hat ihn bei seinen Marskarten in den von ihm Fastigium Aryn genannten, auf der Karte von MÄDLER mit a bezeichneten Punkt gelegt. Passirt dieser Punkt zur Zeit t_0 den Centralmeridian, so ist $w = 0$ und für jede andere Zeit erhält man die Länge des letzteren aus der Gleichung $w = \frac{360°}{U}(t - t_0) - (q_t - q_{t_0})$, wenn U die Rotationszeit und q_t und q_{t_0} die Polwinkel der Erde zu den betreffenden Zeiten sind. Bei der Berechnung von w ist die Lichtzeit zu berücksichtigen. Die unmittelbare Beobachtung des Durchgangs eines Punktes durch den Centralmeridian ist aber nicht wohl ausführbar, weil sich die Lage des letzteren auf der Planetenscheibe von vornherein nicht mit Sicherheit fixiren lässt. Man umgeht aber diese Schwierigkeit, wenn man nach dem Vorgange von SCHIAPARELLI[1]) einen Faden oder besser die Mittellinie eines Fadenpaars nahe in die Richtung bringt, welche die Mitte des Polarflecks R (Fig. 326) mit dem Mittelpunkt der Scheibe verbindet; sei diese Richtung ROK und die Richtung des Fadens RZ, so beobachte man einmal die Zeit des Durchganges des Flecks durch letzteren bei J und messe oder schätze ferner den Abstand J von dem Punkte x, in welchem eine Senkrechte von o den Faden trifft.



(A. 326.)

Da die Winkel ROS und ORx sehr klein sind, so kann unmittelbar $Jx = LO = \mu$ angenommen werden, dagegen kann die Zeit des Erscheinens des Flecks bei J von der Zeit des Durchganges durch den Centralmeridian bei L um eine merkliche Grösse verschieden sein, deren Betrag sich leicht auf folgende Weise ergiebt. Wird der Positionswinkel der Achse mit P' bezeichnet, der Positionswinkel der am Mikrometer eingestellten Richtung $RZ = \pi$, und der Winkel $ROP' = \Pi$, $ORx = \varepsilon$ gesetzt, wo zur Bestimmung von Π die Gleichung dient:

$$\operatorname{tang} \Pi = \frac{-\sin\lambda \sin(\vartheta - w)}{\cos\lambda \sin i + \sin\lambda \cos i \cos(\vartheta - w)}$$

[ϑ, λ: Coordinaten des (südlichen) Schneeflecks] oder meist genügend

$$\Pi = -\lambda \sin(\vartheta - w),$$

und

$$\varepsilon = \pi - P' - \Pi,$$

so hat man $JL = mL - mJ$ oder mit hinreichender Genauigkeit

$= \mu \sin\Pi - (\rho \sin i - \mu)\sin\varepsilon$ oder in Berücksichtigung der Kleinheit von ε und Π

$$= \mu \sin(\Pi + \varepsilon) - \rho \sin i \sin\varepsilon = \mu \sin(\pi - P') - \rho \sin i \sin\varepsilon.$$

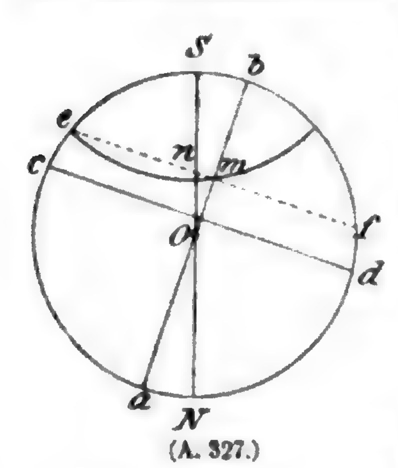
Dividirt man diesen Ausdruck durch den scheinbaren Radius des zugehörigen Parallels und erwägt, dass nach der früheren Festsetzung die Längen von m

[1]) SCHIAPARELLI a. a. O., § 28.

nach L, entgegengesetzt dem Sinne der Rotation wachsen, so wird die areographische Länge des in J beobachteten Punktes

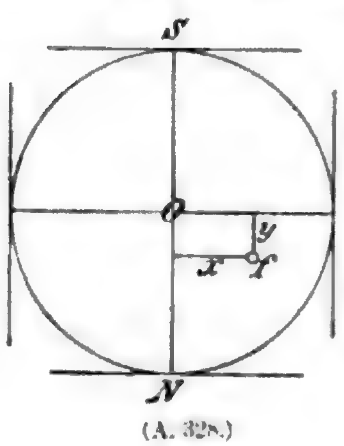
$$\vartheta = w - \frac{57^\circ{\cdot}296}{\sin \sigma} \left\{ \frac{\mu}{\rho} \sin(\pi - P') - \sin i \sin \varepsilon \right\}.$$

Schiaparelli hat noch eine zweite Methode[1]) angewandt, welche von dem Ort des Polflecks und seinen Aenderungen unabhängig ist. Stellt in Fig. 327



(A. 327.)

NS wieder den Centralmeridian dar, ab einen Faden in einer beliebigen, aber von NS nur wenig, höchstens einige Grade verschiedenen Richtung, so beobachte man den Zeitpunkt, wo das zu bestimmende Object sich bei m genau in der Mitte der Sehne ef befindet, welche dem auf ab senkrechten Faden cd parallel ist, und messe (oder schätze in Theilen des Halbmessers) den Abstand $om = \mu$ bezw. $\frac{\mu}{\rho}$. Mittelst dieser Daten findet man leicht aus der für diese Zeit geltenden planetographischen Länge w des Centralmeridians die Länge des Flecks $\vartheta = w + \frac{\mu}{\rho} \frac{\sin(P' - \pi)}{\sin \sigma \sin 1^\circ}$ oder meist hinreichend genähert $\vartheta = w + \frac{\mu}{\rho} \frac{P' - \pi}{\sin \sigma}$ wo π den Positionswinkel der Richtung Ob bezeichnet; die planetographische Poldistanz σ folgt aus derselben Gleichung wie früher $\sin(i - \sigma) = \frac{\mu}{\rho}$, worin selbstverständlich i auf denselben Pol bezogen werden muss, von dem aus σ gerechnet wird, im vorliegenden Falle also statt des aus den Gleichungen pag. 171 berechneten Werthes das Supplement genommen werden muss. Die Anwendung dieses Verfahrens setzt voraus, dass die Scheibe keine merkliche Phase hat; ist eine solche vorhanden, so kann ihr Einfluss in der von Schiaparelli angegebenen Weise[2]) berücksichtigt werden; übrigens verdient das erstere Verfahren ohnehin den Vorzug.



(A. 328.)

Man kann endlich auch die Zeitschätzungen des Durchganges der zu bestimmenden Punkte ganz umgehen und durch directe Messungen mit der Schraube ersetzen. Bestimmt man mittelst des beweglichen Fadens, der dem Centralmeridian parallel angenommen werde, durch Einstellung auf den Fleck und auf die beiden Ränder die Grösse x (Fig. 328) und hierauf nach Drehung des Mikrometers um 90° die Grösse y, so erhält man unmittelbar aus dem Ausdruck für den Cosinus des Winkels, den zwei Linien mit einander einschliessen:

$$\cos \sigma = \sin i \cdot \frac{y}{\rho} + \frac{\cos i \sqrt{\rho^2 - (x^2 + y^2)}}{\rho}$$

und

$$\sin(\vartheta - w) = \frac{x}{\rho \sin \sigma}.$$

Weicht, wie dies im Allgemeinen der Fall sein wird, das der Messung zu Grunde liegende Achsensystem von der wahren Richtung des Centralmeridians und der dazu senkrechten Richtung ab, so kann man leicht nach den bekannten

[1]) Schiaparelli a. a. O., § 297.

[2]) Schiaparelli, a. a. O., § 306.

Transformationsformeln für rechtwinklige Coordinaten die gemessenen Grössen auf die neuen Achsen übertragen[1]). Zum Schlusse möge auch hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass in den »Monthly Notices« regelmässig Ephemeriden veröffentlicht werden, welche alle bei derartigen Beobachtungen und Reductionen erforderlichen Grössen in zweckentsprechender Weise enthalten.

Zur präcisen Bestimmung der Durchmesser von leuchtenden Scheiben ist das Fadenmikrometer wegen der bei der Berührung der Ränder mit den materiellen Fäden auftretenden Beugungserscheinungen wenig geeignet. Man kann zwar letztere umgehen, wenn man, wie es vielfach geschieht, einen Doppelfaden anwendet, in dessen Mitte man die Ränder einstellt, läuft aber hierbei Gefahr, in andere systematische Fehler zu verfallen. Gleichwohl wird dieses Verfahren und selbst auch die Einstellung mittelst des Fadenrandes anwendbar sein, wenn es nicht auf die absolute Grösse des scheinbaren Durchmessers, sondern auf die Bestimmung der Figur oder der Abplattung ankommt. In allen Fällen muss aber für derartige Messungen das Doppelbildmikrometer als der geeignetste Apparat angesehen werden, zumal über das Lichtbildmikrometer in dieser Hinsicht keine genügenden Erfahrungen gesammelt sind, welche geeignet wären, die damit verknüpften Bedenken zu heben.

Bestimmung der fortschreitenden und periodischen Ungleichheiten einer Schraube.

Eine Mikrometerschraube wird als vollkommen nur dann angesehen werden dürfen, wenn über ihre ganze Ausdehnung oder wenigstens denjenigen Theil, welcher im Allgemeinen benutzt wird, die durch sie erzeugte Linearbewegung dem Drehungswinkel proportional ist. Es sind bereits früher die Ursachen erörtert worden, welche Abweichungen von diesem Gesetz hervorrufen können, und es soll hier gezeigt werden, wie man diese Fehler bestimmen und in Rechnung ziehen kann. Denn wenngleich die Technik unserer Tage Schrauben von geradezu bewundernswerther Regelmässigkeit herzustellen vermag, so wird doch niemals *a priori* vorausgesetzt werden dürfen, dass eine Schraube ganz fehlerfrei sei; auch können mit der Zeit durch Abnutzung oder durch kleine Aenderungen bei der Wiederzusammensetzung eines auseinander genommenen Apparates Fehler auftreten, welche früher nicht bestanden haben. Bessel hat in seiner Abhandlung über das preussische Längenmaass[2]) und in seiner Untersuchung des Heliometers der Königsberger Sternwarte[3]) zuerst die Methoden entwickelt, welche für die Ermittlung der Schraubenfehler dienen können und auch heute noch ohne wesentliche Zusätze angewandt werden. Die Abweichungen des Ganges der Schraube von dem obigen Gesetz lassen sich in zwei Klassen theilen: 1. fortschreitende Fehler, d. s. Ungleichheiten der linearen Fortbewegung, wenn die Schraube an verschiedenen Stellen in der Mutter um dieselbe volle Anzahl von Umdrehungen gedreht wird; 2. periodische Fehler oder Ungleichheiten in der linearen Be-

---

[1]) Vergl. W. Wislicenus, Ueber die Anwendung von Mikrometermessungen bei physischen Beobachtungen des Mars. Astr. Nachr. Bd. 120.

[2]) F. W. Bessel, Darstellung der Untersuchungen und Maassregeln, welche in den Jahren 1835—1838 durch die Einheit des Preussischen Längenmaasses veranlasst worden sind. Berlin 1839.

[3]) F. W. Bessel, Astronomische Untersuchungen Bd. I, auch in Engelmann's Abhandlungen. Bd. II.

wegung, wenn die Schraube innerhalb einer Umdrehung um gleiche Winkel gedreht wird. Sehen wir zunächst von den letzteren ab und bezeichnen die lineare Bewegung, welche dem zwischen den Ablesungen der Trommel und der Scale enthaltenen Drehungswinkel $a - a_0$ entspricht, mit s, so wird

$$s = (a - a_0)\, l_0 + \varphi\,(a - a_0),$$

wo l_0 eine constante Grösse und $\varphi\,(a - a_0)$ die Correction ist, welche dem nach dem mathematischen Gesetz der Schraube berechneten Betrage des durchlaufenen linearen Weges zugefügt werden muss. Unter der für eine einigermaassen sorgfältig hergestellte Schraube gewiss gültigen Annahme, dass die fortschreitenden Fehler klein und von regelmässigem Verlauf sind, wird man für $\varphi\,(a - a_0)$ die Form einer Potenzreihe $\alpha l_0 (a - a_0)^2 + \beta l_0 (a - a_0)^3 + \ldots$ ansetzen dürfen; ist zugleich die Anzahl der benutzten Umdrehungen klein, so wird man, da der Gang der Schraube durch die grössere Anzahl von Windungen, die sich **zugleich** in der Mutter befinden, bestimmt wird, auf das erste Glied sich beschränken und folglich setzen können:

$$s = l_0 \left[(a - a_0) + \alpha\,(a - a_0)^2 \;\ldots\right].$$

Hierzu treten noch die periodischen Fehler, deren allgemeinster Ausdruck eine nach den Sinus und Cosinus der Vielfachen der Ablesung fortschreitende Reihe ist, welche erfahrungsmässig in den meisten Fällen auf die vom einfachen und doppelten Winkel abhängigen Glieder beschränkt werden kann. Fügt man diese Glieder zu dem obigen Ausdruck hinzu, so erhält man:

$$s = l_0 \Big\{ (a - a_0) + \alpha (a - a_0)^2 + \alpha' (\cos a - \cos a_0) + \beta' (\sin a - \sin a_0) \\ + \alpha'' (\cos 2a - \cos 2a_0) + \beta'' (\sin 2a - \sin 2a_0) \Big\}.$$

Der lineare Weg der Schraube oder des durch sie bewegten Schlittens, welcher dem Drehungswinkel $a' - a$ entspricht, ist folglich:

$$s' - s = l_0 \Big\{ (a' - a) + \alpha (a' - a)(a' + a - 2a_0) + \alpha' (\cos a' - \cos a) + \beta' (\sin a' - \sin a) \\ + \alpha'' (\cos 2a' - \cos 2a) + \beta'' (\sin 2a' - \sin 2a) \Big\}$$

oder, wenn man $a' - a = b$ setzt

$$s' - s = l_0 \Big\{ b + \alpha b (2a + b - 2a_0) + \alpha' (\cos (a + b) - \cos a) + \beta' (\sin (a + b) - \sin a) \\ + \alpha'' (\cos (2a + 2b) - \cos 2a) + \beta'' (\sin (2a + 2b) - \sin 2a) \Big\}.$$

Um die hier auftretenden unbekannten Grössen α, α', β', α'', β'' zu bestimmen, verfährt man nach dem Vorgange BESSEL's am zweckmässigsten so, dass man einen gewissen übrigens unbekannten Zwischenraum, welcher aber nicht einer oder mehreren **ganzen** Umdrehungen der Schraube gleich sein darf, von verschiedenen Punkten aus, die regelmässig über die zu untersuchende Strecke der Schraube vertheilt sind, ausmisst. Man bezeichne dieses Intervall mit f; die Messung habe, indem der Anfangspunkt um je $\frac{1}{n}$ Umdrehung geändert und die Untersuchung auf m Windungen ausgedehnt werde, die folgenden Differenzen der Ablesungen bei Einstellung auf die das Intervall begrenzenden Punkte oder Striche ergeben[1]):

1. Windung	$b_{1,1}\; b_{1,2} \;\ldots\; b_{1,n}$
2. „	$b_{2,1}\; b_{2,2} \;\ldots\; b_{2,n}$
. . . . .	. . . .
m. „	$b_{m,1}\; b_{m,2} \;\ldots\; b_{m,n}$

so hat man, indem man für die 1., 2., . . . m. Windung $a = a_0,\; a_0 + 1,\; \ldots$

[1]) Vergl. G. MÜLLER, Untersuchungen über Mikrometerschrauben in Berl. Beob. Bd. V.

$a_1 = m - 1$ setzt und dadurch die fortschreitenden Fehler auf den Anfangspunkt a_0 bezieht:

$$f = b_{1,1} + a\,b_{1,1}(b_{1,1}) + \alpha'[\cos(a_0 + b_{1,1}) - \cos a_0] + \beta'[\sin(a_0 + b_{1,1}) - \sin a_0) + \ldots$$

$$f = b_{1,2} + a\,b_{1,2}\left(\frac{2}{n} + b_{1,2}\right) + \alpha'\left[\cos\left(a_0 + \frac{2\pi}{n} + b_{1,2}\right) - \cos\left(a_0 + \frac{2\pi}{n}\right)\right] + \beta'\left[\sin\left(a_0 + \frac{2\pi}{n} + b_{1,2}\right) - \sin\left(a_0 + \frac{2\pi}{n}\right)\right] + \ldots$$

. . . .

$$f = b_{1,n} + a\,b_{1,n}\left(\frac{2(n-1)}{n} + b_{1,n}\right) + \alpha'\left[\cos\left(a_0 + \frac{2(n-1)\pi}{n} + b_{1,n}\right) - \cos\left(a_0 + \frac{2(n-1)\pi}{n}\right)\right] + \beta'\left[\sin\left(a_0 + \frac{2(n-1)\pi}{n} + b_{1,n}\right) - \sin\left(a_0 + \frac{2(n-1)\pi}{n}\right)\right] + \ldots$$

$$f = b_{2,1} + a\,b_{2,1}(2 + b_{2,1}) + \alpha'[\cos(a_0 + b_{2,1}) - \cos a_0] + \beta'[\sin(a_0 + b_{2,1}) - \sin a_0] + \ldots$$

$$f = b_{2,2} + a\,b_{2,2}\left[\frac{2(n+1)}{n} + b_{2,2}\right] + \alpha'\left[\cos\left(a_0 + \frac{2\pi}{n} + b_{2,2}\right) - \cos\left(a_0 + \frac{2\pi}{n}\right)\right] + \beta'\left[\sin\left(a_0 + \frac{2\pi}{n} + b_{2,2}\right) - \sin\left(a_0 + \frac{2\pi}{n}\right)\right] + \ldots$$

. . . .

$$f = b_{2,n} + a\,b_{2,n}\left[\frac{2(2n-1)}{n} + b_{2,n}\right] + \alpha'\left[\cos\left(a_0 + \frac{2(n-1)\pi}{n} + b_{2,n}\right) - \cos\left(a_0 + \frac{2(n-1)\pi}{n}\right)\right] + \beta'\left[\sin\left(a_0 + \frac{2(n-1)\pi}{n} + b_{2,n}\right) - \sin\left(a_0 + \frac{2(n-1)\pi}{n}\right)\right] + \ldots$$

. . . .

. . . .

$$f = b_{m,1} + a\,b_{m,1}[2(m-1) + b_{m,1}] + \alpha'[\cos(a_0 + b_{m,1}) - \cos a_0) + \beta'[\sin(a_0 + b_{m,1}) - \sin a_0] + \ldots$$

$$f = b_{m,2} + a\,b_{m,2}\left[2(m-1) + \frac{2}{n} + b_{m,2}\right] + \alpha'\left[\cos\left(a_0 + \frac{2\pi}{n} + b_{m,2}\right) - \cos\left(a_0 + \frac{2\pi}{n}\right)\right] + \beta'\left[\sin\left(a_0 + \frac{2\pi}{n} + b_{m,2}\right) - \sin\left(a_0 + \frac{2\pi}{n}\right)\right] + \ldots$$

. . . .

$$f = b_{m,n} + a\,b_{m,n}\left[\frac{2(mn-1)}{n} + b_{m,n}\right] + \alpha'\left[\cos\left(a_0 + \frac{2(n-1)\pi}{n} + b_{m,n}\right) - \cos\left(a_0 + \frac{2(n-1)\pi}{n}\right)\right] + \beta'\left[\sin\left(a_0 + \frac{2(n-1)\pi}{n} + b_{m,n}\right) - \sin\left(a_0 + \frac{2(n-1)\pi}{n}\right)\right] + \ldots$$

Die strenge Auflösung dieser Gleichungen würde, selbst wenn man sich — was häufig ausreicht — auf die hier ausgeschriebenen Glieder vom Einfachen des Winkels beschränken wollte, sehr beschwerlich sein; man kann aber ohne erhebliche Einbusse an Genauigkeit die Unbekannten von einander trennen und zunächst den Coefficienten a bestimmen, indem man die Gleichungen einer jeden Abtheilung summirt und dabei berücksichtigt, dass die Summen der Cosinus und Sinus nach bekannten Sätzen entweder strenge gleich Null werden oder bei den gemeiniglich geringen Unterschieden zwischen den gemessenen b-Grössen so klein sein werden, dass ihre Producte mit den Coëfficienten α', β', α'', β'' als verschwindend betrachtet werden können. Bezeichnet dann b den mittleren Werth der beobachteten Grössen und setzt man

$$B_1 = \frac{1}{n}(b_{1,1} + b_{1,2} + \ldots + b_{1,n})$$

$$B_2 = \frac{1}{n}(b_{2,1} + b_{2,2} + \ldots + b_{2,n})$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$B_m = \frac{1}{n}(b_{m,1} + b_{m,2} + \ldots + b_{m,n}),$$

so erhält man

$$f = B_1 + \alpha b\left(b + \frac{n-1}{n}\right)$$

$$f = B_2 + \alpha b\left(b + \frac{n-1}{n} + 2\right)$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$f = B_m + \alpha b\left(b + \frac{n-1}{n} + 2(m-1)\right),$$

woraus durch Abzug der ersten von der letzten, der zweiten von der vorletzten Gleichung, u. s. w. folgt:

$$0 = B_m - B_1 + 2\alpha b(m-1)$$
$$0 = B_{m-1} - B_2 + 2\alpha b(m-3)$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

und damit zur Bestimmung von α:

$$\frac{(m-1)m(m+1)}{1\cdot 2\cdot 3}\,2\alpha b = (m-1)(B_1 - B_m) + (m-3)(B_2 - B_{m-1}) + \ldots$$

Die Reihe auf der rechten Seite bricht bei geradem m mit dem Gliede $B_{\frac{m}{2}} - B_{\frac{m}{2}+1}$, bei ungeradem m mit $2\left(B_{\frac{m-1}{2}} - B_{\frac{m+3}{2}}\right)$ ab, in letzterem Falle bleibt das mittlere B unberücksichtigt. Strenger ist die Auflösung der obigen Gleichungen mit den Unbekannten f und αb nach der Methode der kleinsten Quadrate, doch wird praktisch dadurch wohl selten mehr erreicht.

Ist auf diese Weise die Grösse α ermittelt, so kann man für die Bestimmung der periodischen Glieder den Gleichungen eine einfachere Form geben, indem man das von α abhängige Glied gemäss dem Ausdruck $b + \alpha b[b + 2(a - a_0)]$ mit den beobachteten Werthen vereinigt und aus den denselben Werthen von n angehörigen Gleichungen die Mittelwerthe bildet. Bezeichnet man dann die bekannten Glieder mit $b_1, b_2, \ldots b_n$ und setzt $f = \frac{\Sigma b}{n} - x$, so werden die Gleichungen:

$$x + \alpha'[\cos(a_1 + b_1) - \cos a_1] + \beta'[\sin(a_1 + b_1) - \sin a_1] + \alpha''[\cos 2(a_1 + b_1) - \cos 2a_1]$$
$$+ \beta''[\sin 2(a_1 + b_1) - \sin 2a_1] = \frac{\Sigma b}{n} - b_1$$

$$x + \alpha'[\cos(a_2 + b_2) - \cos a_2] + \beta'[\sin(a_2 + b_2) - \sin a_2] + \alpha''[\cos 2(a_2 + b_2) - \cos 2a_2]$$
$$+ \beta''[\sin 2(a_2 + b_2) - \sin 2a_2] = \frac{\Sigma b}{n} - b_2$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$x + \alpha'[\cos(a_n + b_n) - \cos a_n] + \beta'[\sin(a_n + b_n) - \sin a_n] + \alpha''[\cos 2(a_n + b_n) - \cos 2a_n]$$
$$+ \beta''[\sin 2(a_n + b_n) - \sin 2a_n] = \frac{\Sigma b}{n} - b_n$$

welche leicht nach der Methode der kleinsten Quadrate aufgelöst werden können, wobei die Bestimmung von x im Allgemeinen nur von untergeordneter Bedeutung ist, aber zur Prüfung der numerischen Rechnung dienen kann. Sind, wie es seit einigen Jahrzehnten bei den feineren Messschrauben meistens der Fall ist, die periodischen Fehler klein, so darf man unter den *cos* und *sin* statt der einzelnen

b ihren Mittelwerth substituiren und folglich $x = 0$ setzen, und die Gleichungen nehmen dann nach Umwandlung der Differenzen der *cos* und *sin* in Producte die Form an:

$$2\alpha' \sin\frac{f}{2} \sin\left(a_1 + \frac{f}{2}\right) - 2\beta' \sin\frac{f}{2} \cos\left(a_1 + \frac{f}{2}\right) + 2\alpha'' \sin f \sin(2a_1 + f) - 2\beta'' \sin f \cos(2a_1 + f) = b_1 - \frac{\Sigma b}{n}$$

. . . .

. . . .

. . . .

$$2\alpha' \sin\frac{f}{2} \sin\left(a_n + \frac{f}{2}\right) - 2\beta' \sin\frac{f}{2} \cos\left(a_n + \frac{f}{2}\right) + 2\alpha'' \sin f \sin(2a_n + f) - 2\beta'' \sin f \cos(2a_n + f) = b_n - \frac{\Sigma b}{n}.$$

Die Auflösung dieser Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate ergiebt, unter Berücksichtigung, dass $a_2 - a_1 = a_3 - a_2 = \ldots = a_n - a_{n-1} = \frac{2\pi}{n}$

$$n \sin\frac{f}{2} \cdot \alpha' = \sum_1^n \left(b_q - \frac{\Sigma b}{n}\right) \sin(a_q + \tfrac{1}{2}f) \qquad n \sin f \cdot \alpha'' = \sum_1^n \left(b_q - \frac{\Sigma b}{n}\right) \sin(2a_q + f)$$

$$n \sin\frac{f}{2} \cdot \beta' = -\sum_1^n \left(b_q - \frac{\Sigma b}{n}\right) \cos(a_q + \tfrac{1}{2}f) \qquad n \sin f \cdot \beta'' = -\sum_1^n \left(b_q - \frac{\Sigma b}{n}\right) \cos(2a_q + f)$$

mit den Gewichten

$$g(\alpha') = g(\beta') = 2n \sin^2\frac{f}{2}$$

$$g(\alpha'') = g(\beta'') = 2n \sin^2 f,$$

wenn das Gewicht der Grössen $b_1\, b_2, \ldots$ als Einheit angenommen wird.

Zur Erläuterung dieses Verfahrens möge eine aus der Bessel'schen Abhandlung über das preussische Längenmaass entnommene Untersuchung einer Schraube dienen. Bessel legte eine, von zwei zu zwei Zehntel einer Linie getheilte Scala auf den Schlitten des Mikrometers, dessen Schraube untersucht werden sollte, und stellte ein mit Kreuzfäden versehenes Mikroskop darüber auf, so dass er die Strecke zwischen zwei bestimmten Strichen derselben mittelst der Mikrometerschraube durch die Absehenslinie des Mikroskops führen und seine Grösse dadurch messen konnte; nachdem eine, von dem Anfangspunkt der Theilung der Schraubentrommel ausgehende Messung gemacht war, wurden durch Verschiebung der Scala nach und nach die anderen Zehntel ihres Umfanges zu Anfangspunkten der Messung gemacht. Das Resultat ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt, zu welcher noch zu bemerken ist, dass die angesetzten Zahlen Mittelwerthe aus je 10 Einzelmessungen sind:

Anfang	Gem. Strecke	Anfang	Gem. Strecke	Anfang	Gem. Strecke	Anfang	Gem. Strecke
u	*u*	*u*	*u*	*u*	*u*	*u*	*u*
25·0	1·6493	26·0	1·6452	27·0	1·6413	28·0	1·6407
·1	1·6517	·1	1·6476	·1	1·6428	·1	1·6436
·2	1·6606	·2	1·6610	·2	1·6562	·2	1·6550
·3	1·6784	·3	1·6720	·3	1·6732	·3	1·6707
·4	1·6909	·4	1·6886	·4	1·6865	·4	1·6852
·5	1·6984	·5	1·6978	·5	1·6989	·5	1·6952
·6	1·7032	·6	1·7027	·6	1·7012	·6	1·6986
·7	1·6923	·7	1·6906	·7	1·6914	·7	1·6871
·8	1·6733	·8	1·6683	·8	1·6716	·8	1·6672
·9	1·6519	·9	1·6524	·9	1·6502	·9	1·6508

Aus diesen Zahlen findet man:

$$B_1 = 1''{\cdot}67500$$
$$B_2 = 1{\cdot}67262$$
$$B_3 = 1{\cdot}67133$$
$$B_4 = 1{\cdot}66941$$

und hieraus

$$20 \times 1{\cdot}6721\,\alpha = +\,0''{\cdot}01806$$

oder

$$\alpha = +\,0''{\cdot}00054.$$

Die ursprünglichen Zahlen müssen demnach, um rein periodisch zu werden, noch um folgende Beträge verbessert werden:

($a_0 = 25{\cdot}0$, $a = 25{\cdot}0$, $25{\cdot}1$ . . . $28{\cdot}9$, $b = 1{\cdot}67$ . .)

u	4. Dec.	u	4. Dec.	u	4. Dec.	u	4. Dec.
25·0	+ 15	26·0	+ 33	27·0	+ 51	28·0	+ 69
·1	+ 17	·1	+ 35	·1	+ 53	·1	+ 71
·2	+ 19	·2	+ 37	·2	+ 55	·2	+ 73
·3	+ 21	·3	+ 39	·3	+ 57	·3	+ 75
·4	+ 22	·4	+ 40	·4	+ 58	·4	+ 77
·5	+ 24	·5	+ 42	·5	+ 60	·5	+ 78
·6	+ 26	·6	+ 44	·6	+ 62	·6	+ 80
·7	+ 28	·7	+ 46	·7	+ 64	·7	+ 82
·8	+ 30	·8	+ 48	·8	+ 66	·8	+ 84
·9	+ 31	·9	+ 49	·9	+ 68	·9	+ 86

Werden die so verbesserten Zahlen für jedes Zehntel einer Umdrehung zu einem Mittel zusammengezogen, so erhält man

u	b	u	b
·0	1·6483	·5	1·7027
·1	1·6508	·6	1·7067
·2	1·6628	·7	1·6958
·3	1·6784	·8	1·6758
·4	1·6927	·9	1·6572

Bei dem starken Betrage der periodischen Fehler ist es angezeigt, die Gleichungen strenge aufzulösen; man erhält:

$f = 1''{\cdot}6779$	*m. F.* =	$\pm\,0''{\cdot}00029$
$\alpha' = -\,0{\cdot}0113$		$\pm\,0{\cdot}00024$
$\beta' = -\,0{\cdot}0127$		$\pm\,0{\cdot}00025$
$\alpha'' = +\,0{\cdot}0002$ [1])		$\pm\,0{\cdot}00023$
$\beta'' = +\,0{\cdot}0022$		$\pm\,0{\cdot}00023$

während aus den genäherten Ausdrücken die Werthe folgen:

$$\alpha' = -\,0{\cdot}0114 \qquad \alpha'' = -\,0{\cdot}0002$$
$$\beta' = -\,0{\cdot}0128 \qquad \beta'' = +\,0{\cdot}0013,$$

für die beiden letzten Coëfficienten also merklich verschieden.

---

[1]) BESSEL erhielt, anscheinend auf demselben Wege, für den Coëfficienten α'' den abweichenden Werth $+\,0{\cdot}0008$.

Die Ablesungen der Schraube erfordern demnach die Correctionen (in Theilen einer Umdrehung):

$(a - 25\cdot0)^2\, 0\cdot00054 - 0\cdot0113\, cos\, a - 0\cdot0127\, sin\, a + 0\cdot0002\, cos\, 2a + 0\cdot0022\, sin\, 2a.$

Es sei hier noch bemerkt, dass man nach einem von E. LAMP[1]) aufgestellten Kriterium von vornherein leicht erkennen kann, ob die strenge Auflösung der Gleichungen nothwendig ist oder nicht; es ist ersteres der Fall, wenn die Grösse $U = \frac{\pi}{8}(B_1 - B_2)^2 cotang \frac{1}{2} b_0$, wo B_1 und B_2 den grössten und kleinsten, und b_0 den mittleren Werth der b bezeichnen, einen merklichen Betrag hat. In dem obigen Falle ist $b_0 = 1''677$ oder $\frac{1}{2} b_0 = 301°\cdot86$, $B_1 - B_2 = 0''0584$, mithin U (absolut) $= 0''0008$, so dass die Gleichungen strenge aufgelöst werden müssen.

Statt nach der oben auseinander gesetzten Methode wird man in vielen oder den meisten Fällen zweckmässiger verfahren, wenn man die Bestimmung der fortschreitenden und periodischen Schraubenfehler trennt und für beide die jedesmal günstigsten Bedingungen benutzt. Es ist dies der von BESSEL bei der Untersuchung der Schrauben des Königsberger Heliometers eingeschlagene Weg. Was zunächst die periodischen Fehler angeht, so folgt aus den obigen Gleichungen unmittelbar, dass die Glieder, welche vom einfachen Winkel abhängen, am sichersten bestimmt werden, wenn der gemessene Zwischenraum nahe $m + \frac{1}{2}$ Umdrehungen beträgt, wo $m = 0, 1, 2 \ldots$, dass dagegen die Coëfficienten der *cos* und *sin* des doppelten Winkels als günstigste Wahl ein Intervall von $m \pm \frac{1}{4}$ verlangen; im ersteren Fall erhält man α', β' mit dem Gewicht $2n$, α'', β'' mit dem Gewicht 0, im letzteren werden die Gewichte bezw. n und $2n$. Man gewinnt daher auf diese Weise zwei Bestimmungen von α' und β', die man gemäss ihren Gewichten combinirt. Es lassen sich ferner die vier Coëfficienten gleichzeitig und mit demselben Gewicht bestimmen, indem man ein Intervall von $m \pm \frac{1}{3}$ Umdrehungen benutzt, aber das Gewicht dieser Bestimmung wird in Bezug auf die günstigste Wahl im Verhältniss von 3 zu 4 verkleinert. Bei allen diesen Bestimmungen empfiehlt es sich, die Untersuchung nicht auf eine Windung zu beschränken, sondern auf mehrere auf einander folgende Windungen, und falls die Schraube über eine grössere Strecke benutzt zu werden pflegt, an verschiedenen Stellen derselben auszudehnen. Man kann dabei die oben abgeleitete Formel von z benutzen, um den jedesmaligen Antheil der fortschreitenden Fehler aus den Messungen wegzuschaffen.

Es wird nicht undienlich sein, an einigen weiteren, der Praxis entlehnten Untersuchungen die verschiedenen Verfahren und Kunstgriffe zu zeigen, die für die Ausführung der Messungen dienlich sein können. Bei der Untersuchung der Schraube des Fadenmikrometers eines 7zölligen MERZ'schen Refractors ging KAISER in der folgenden Weise vor. Er befestigte an einer schweren, eichenen Platte vier kupferne Arme, welche eine zu ihr senkrechte Büchse trugen. In diese Büchse wurde ein Mikroskop eingeführt und unter demselben auf der Platte das Mikrometer festgeklemmt; ein geneigter Spiegel warf durch eine Durchbohrung Tageslicht in das Mikroskop. Als Vergleichsobject diente eine Glasscala, welche aus einem in 100 Theile getheilten Millimeter bestand. Es wäre nun das einfachste gewesen, dieselbe unmittelbar auf der Ocularröhre zu befestigen und die Ocularschiebung zur Verstellung der Scala gegen die beweg-

[1]) E. LAMP, Ueber die BESSEL'sche Correctionsformel für Mikrometerschrauben. Astr. Nachr. Bd. 87 u. 88.

liche Fadenplatte zu benutzen. Da aber bei diesem Mikrometer abweichend von der meist üblichen Construction das Ocular sich gleichzeitig mit der beweglichen Fadenplatte verschob, so musste ein anderer Weg eingeschlagen werden. KAISER entfernte den Ocularschieber und befestigte auf der Fadenplatte eine einem anderen Instrument entlehnte Ocularröhre, welche ein mittelst Schraube bewegliches Diaphragma hatte, und brachte auf diesem die Glasscala an. Indem nun die Trommel der zu untersuchenden Schraube der Reihe nach auf 0·0 0·1 . . . 0·9 gestellt wurde, wurden jedesmal nach einander der Anfangsstrich des $\frac{1}{4}$ Umdrehungen betragenden Intervalls mit der Hülfsschraube, der Endstrich mit der Messschraube auf den Kreuzungspunkt der Mikroskopfäden gebracht. Diese Untersuchung KAISER's[1]) ist auch um deswillen von geradezu klassischer Bedeutung, weil sie zuerst eine bis dahin kaum beachtete Fehlerquelle aufdeckte. Aussergewöhnlich starke und von dem Coincidenzpunkt abhängige Unterschiede — bis zu 0''·9 — bei einer Reihe von Doppelsternmessungen hatten es wahrscheinlich gemacht, dass die Schraube starke periodische Fehler habe, und in der That fand KAISER aus einer vorläufigen Bestimmung:

Anfangs-punkt	Fehler $''$
0·00	0·000
0·25	— 0·025
0·50	— 0·001
0·75	+ 0·013

Er vermuthete sogleich, dass diese starken Fehler nicht der Schraube selbst zur Last fallen konnten, und seine Vermuthung wurde bestätigt, als das Mikrometer auseinander genommen und die Stützfläche der Schraube näher betrachtet wurde. Zwar schien der Stützpunkt in der Schraubenachse zu liegen, aber der Steincylinder war schief in seiner Höhlung gebettet und auf seiner Stirnfläche zeigte sich eine Unebenheit; ferner war der Stein in seinem Lager nicht fest, sondern konnte verschiedene Lagen darin einnehmen. KAISER drehte den Cylinder herum, so dass die Unebenheit, welche vorher dem Stützpunkt nahe gelegen hatte, weiter davon entfernt bleiben musste, und stellte seine Grundfläche, so gut es anging, senkrecht auf die Schraubenachse. Die Wiederholung der Messungen führte nun zu folgendem Ausdruck:

$$\varphi(a) = -0{\cdot}00136 \cos a - 0{\cdot}00724 \sin a + 0{\cdot}00110 \cos 2a + 0{\cdot}00134 \sin 2a.$$

Es zeigte sich also, dass die periodischen Fehler durch die vorgenommene Operation ganz erheblich vermindert worden waren, wenngleich sie auch jetzt noch einen merklichen Betrag erreichten; das Ueberwiegen des Sinus-Coëfficienten deutete darauf hin, dass die frühere Fehlerquelle, schiefer Stand der Stützfläche in Verbindung mit einer Excentricität des Stützpunktes, zum geringeren Theil auch nach der Verbesserung fortbestand.

Ein anderes Verfahren zur Bestimmung der Schraubenfehler wurde von DUNÉR befolgt[2]). Ein mit einer Messschraube versehenes Mikroskop wurde auf passende Weise über dem mit einem starken Ocular versehenen Mikrometer und in der

---

[1]) Eenige Opmerkingen omtrent de periodieke Fouten van Mikrometer Schroeven door F. KAISER (in »Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen Afd. Natuurkunde 2. Reeks Deel I« Amsterdam 1866. Auch französisch in »Archives Néerlandaises« T. IV 1869.

[2]) N. C. DUNÉR, Mesures Micrométriques d'étoiles doubles. Lund 1876.

Richtung der zu untersuchenden Schraube verschiebbar aufgestellt und so justirt, dass das stark vergrösserte Bild des beweglichen Fadens im Gesichtsfeld des Mikroskops deutlich sichtbar war. Mittelst der Schraube des Mikroskops wurde der auf ·0 eingestellte bewegliche Faden in die Mitte der beiden engen Fäden des Mikroskops gebracht und nach Ablesung der Trommel eine zweite Einstellung auf den auf ·1 verschobenen Faden gemacht. Nachdem das Fadenpaar des Mikroskops wieder auf die erste Ablesung zurückgeführt und das Mikroskop selbst soweit verschoben war, dass der auf ·1 gestellte bewegliche Faden in der Mitte des Fadenpaars war, wurde in derselben Weise das Intervall ·1 bis ·2, ·2 bis ·3 und so fort bis zum letzten Zehntheil ausgemessen. Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass auch mit dem Ocularschieber gefolgt wurde, damit der bewegliche Faden stets in der Mitte des Gesichtsfeldes des Mikroskops und des Oculars sich befand. Da alle Messungen an derselben Stelle der Mikroskopschraube gemacht wurden, so bleiben die Fehler der letzteren ohne Einfluss auf das Resultat, dagegen müssen ihre Angaben in Theile einer Umdrehung der zu untersuchenden Schraube umgesetzt werden, wozu die Bemerkung dient, dass die Summe der Bewegungen der Trommel des Mikroskops gleich einer ganzen Umdrehung der Messschraube des Mikrometers ist. Das Verfahren weicht hier insofern von dem früher erörterten ab, als die Grösse der einzelnen Zehntheile der Schraubenwindung, mithin eine in Folge der periodischen Fehler veränderliche Grösse gemessen wird. Es werden folglich auch die Gleichungen zur Bestimmung der α', β', . . Coëfficienten in etwas anderer Weise aufzustellen sein. Ist das ausgemessene Intervall $\frac{1}{n}$ des Umfangs und geben die Messungen mittelst des Mikroskops, ausgedrückt in Theilen der Umdrehung der zu untersuchenden Schraube bezw. $\frac{1}{n} - \varepsilon_0$, $\frac{1}{n} - \varepsilon_1$, . . . $\frac{1}{n} - \varepsilon_{n-1}$, so werden die Coëfficienten aus den Gleichungen erhalten:

$$2\alpha' \sin\frac{\pi}{n} \sin\frac{\pi}{n} - 2\beta' \sin\frac{\pi}{n} \cos\frac{\pi}{n} + 2\alpha'' \sin\frac{2\pi}{n} \sin\frac{2\pi}{n} - 2\beta'' \sin\frac{2\pi}{n} \cos\frac{2\pi}{n} = \varepsilon_0$$

$$2\alpha' \sin\frac{\pi}{n} \sin\frac{3\pi}{n} - 2\beta' \sin\frac{\pi}{n} \cos\frac{3\pi}{n} + 2\alpha'' \sin\frac{2\pi}{n} \sin 3\frac{2\pi}{n} - 2\beta'' \sin\frac{2\pi}{n} \cos 3\frac{2\pi}{n} = \varepsilon_1$$

. . . .

$$2\alpha' \sin\frac{\pi}{n} \sin(2n-1)\frac{\pi}{n} - 2\beta' \sin\frac{\pi}{n} \cos(2n-1)\frac{\pi}{n} + 2\alpha'' \sin\frac{2\pi}{n} \sin(2n-1)\frac{2\pi}{n}$$
$$- 2\beta'' \sin\frac{2\pi}{n} \cos(2n-1)\frac{2\pi}{n} = \varepsilon_{n-1},$$

die eine ebenso einfache Auflösung, wie die früheren Gleichungen zulassen.

Auf diese Weise bestimmte Dunér die periodischen Fehler der Schraube des Mikrometers des 9zölligen Merz'schen Refractors in Lund und erhielt aus 36 Messungsreihen, die sich über zwei Umdrehungen der Schraube erstreckten und zur einen Hälfte mit directer, zur anderen mit rückläufiger Drehung gemacht waren,

für directe Drehung $+0^{\text{R}}0090 \sin(220°\cdot7 + n\cdot 360°) + 0^{\text{R}}0006 \sin(217° + 2n\cdot 360°)$
für rückläufige Drehung $+ 0\cdot0059 \sin(221\cdot4 + n\cdot 360) + 0\cdot0012 \sin(348 + 2n\cdot 360)$

wo n die Ablesung der Trommel in Theilen einer Umdrehung ist.

Sehr zweckmässig für derartige Untersuchungen hat sich das von H. C. Vogel bei einer Untersuchung der Mikrometerschraube des Leipziger Aequatoreals[1] benutzte achromatische Mikroskop erwiesen, dessen Ocular mit einem feinen Glasmikrometer versehen war. Durch Aenderung des Abstandes des Objectivs und Oculars kann die Bildgrösse leicht derart variirt werden, dass das Bild der bei einer halben oder einer viertel Umdrehung der Schraube vom Faden durchlaufenen Strecke dem Zwischenraum zwischen zwei Strichen der Glasscala nahe gleich ist. Verf. liess für die Strassburger Sternwarte zu demselben Zweck ein Mikroskop herstellen, in welchem statt der Glasscala zwei enge Fadenpaare sich befinden, die mittelst Schrauben in beliebige Abstände von einander gebracht werden können. Eine sehr einfache und sinnreiche Vorrichtung für die Untersuchung der periodischen Schraubenfehler ist von Winnecke[2]) angegeben. Dieselbe besteht in einem achromatisirten Bergkrystallprisma, welches auf dem Augendeckel des Oculars des Mikrometers befestigt wird. Durch dieses Prisma gesehen erscheinen die Fäden doppelt und es lässt sich der Abstand zwischen dem ordentlichen und dem ausserordentlichen Fadenbild durch Drehen des Oculars bezw. Prismas von der völligen Coincidenz bis zu einem Maximum, welches von dem brechenden Winkel und der Vergrösserung abhängt, verändern. Man kann dadurch den Zwischenraum zwischen den beiden Bildern eines festen Fadens mittelst des gleichfalls doppelt erscheinenden beweglichen Fadens, von verschiedenen Anfangspunkten aus, messen, wenn man mit der Widerlagschraube den Coincidenzpunkt ändert. Wenn der Abstand der beiden Bilder, wie es gewöhnlich der Fall sein wird, zu klein ist, um denselben mit dem einen Bild des beweglichen Fadens auf die übliche Weise, durch Herstellung eines *minimum visibile* auf beiden Seiten zu bestimmen, so kann man die Messungen auf dem durch die Fig. 329 angedeuteten Wege machen, indem man die beweglichen Fäden einmal auf der einen, das andere Mal auf der anderen Seite der festen Fäden, in eine dem Abstand ihrer Bilder gleiche Entfernung bringt.

bew. Fäden
feste Fäden
feste Fäden
bew. Fäden

(A. 329.)

Bei der Benutzung eines solchen Prismas ist aber wegen der im Allgemeinen gegen einander geneigten Fadenbilder sorgfältig darauf zu achten, dass die Einstellungen stets an derselben Stelle des Gesichtsfeldes gemacht werden, weil nur dann das Intervall als constant angesehen werden kann. Als Beispiel möge hier eine Bestimmung der periodischen Fehler der Schraube eines der Strassburger Sternwarte gehörigen Positionsmikrometers von Repsold (1895) dienen. Das Intervall, welches gemessen wurde, war das vierfache des Zwischenraums zwischen dem ordentlichen und ausserordentlichen Bild und betrug rund $\frac{3}{4}$ Umdrehungen der Schraube. Im Mittel aus 12 Messungen ergaben sich die in der zweiten Columne befindlichen Zahlen, entsprechend den links stehenden Werthen des jedesmaligen Anfangspunktes; die übrigen Columnen sind durch ihre Ueberschriften verständlich.

---

[1]) H. C. Vogel, Beobachtungen von Nebelflecken und Sternhaufen am 6füssigen Refractor und 12füssigen Aequatoreal der Leipziger Sternwarte. 1867.

[2]) A. Winnecke, Ueber ein neues Hülfsmittel, die periodischen Fehler von Mikrometerschrauben zu bestimmen. Astr. Nachr. Bd. 91.

Anfangspunkt	Gem. Interv.	$a+\frac{1}{2}f$	$2a+f$	$(b-f)\sin(a+\frac{1}{2}f)$	$(b-f)\cos(a+\frac{1}{2}f)$	$(b-f)\sin(2a+f)$	$(b-f)\cos(2a+f)$
r	r	r		r	r	r	r
[illegible]767−0·0	0·7532	18°51′	37°42′	+0·00062	+0·00183	+0·00118	+0·00153
−0·1	0·7509	342 51	325 42	+0·00011	−0·00035	+0·00021	−0·00031
−0·2	0·7507	306 51	253 42	+0·00046	−0·00034	+0·00055	+0·00016
−0·3	0·7521	270 51	181 42	−0·00083	+0·00001	−0·00002	−0·00083
−0·4	0·7501	234 51	109 42	+0·00096	+0·00067	−0·00110	+0·00039
−0·5	0·7502	198 51	37 42	+0·00035	+0·00101	−0·00065	−0·00085
−0·6	0·7507	162 51	325 42	−0·00017	+0·00054	+0·00032	−0·00047
−0·7	0·7496	126 51	253 42	−0·00134	+0·00100	+0·00160	+0·00047
−0·8	0·7522	90 51	181 42	+0·00093	−0·00001	−0·00003	−0·00093
−0·9	0·7530	54 51	109 42	+0·00141	+0·00100	+0·00163	−0·00058
Mittel	$f=0·75127$		Summe	+0·00250	+0·00536	+0·00369	−0·00142
	$=270°27'$		*log* „	7·3979	7·7292	7·5670	$7·1523_n$
	$\frac{1}{2}f=135°14'$		$log\,10\,sin\frac{1}{2}f$	0·8477	0·8477 $log\,10\,sin\,f$	$1·0000_n$	$1·0000_n$
				α' +0·00035	β' −0·00076	α'' −0·00037	β'' −0·00014

Die Ablesungen der Schraube erfordern hiernach die Correction:

$$+0·00035\cos a - 0·00076\sin a - 0·00037\cos 2a - 0·00014\sin 2a$$

oder

$$+0·00084\sin(a + 155°·0) - 0·00040\sin(2a + 69°·0)$$

und die verbesserten Intervalle sind:

	Abw. v. Mittel	Quadrate der Abw.
0·7518	+ 5	25
07	− 6	36
11	− 2	4
23	+ 10	100
03	− 10	100
11	− 2	4
22	+ 9	81
05	− 8	64
15	+ 2	4
12	− 1	1
Mittel 0·75127	Summe	419
	log „	2·6222
	log 6	0·7782
		1·8440
	log ε	0·9220
	$log\sqrt{10}$	0·5000
	$log\sqrt{20}$	0·6505.

Der mittlere Fehler eines gemessenen Intervalls ergiebt sich hiermit ± 0·00084, woraus die mittleren Fehler von α' und β' je zu ± 0·00026, von α'' und β'' zu ± 0·00019 folgen. Obwohl die Summe der Quadrate der Abweichungen von 1437 auf 419 herabgegangen ist, so kann man nach Massgabe dieser mittleren Fehler den obigen Werthen der Coëfficienten, etwa denjenigen von β' ausgenommen, kaum eine Realität zuerkennen und darf die Schraube als fast frei von periodischen Fehlern ansehen. Die Vernachlässigung der obigen Werthe der periodischen Glieder würde bei der Höhe des Schraubenganges von 0·22 *mm* nur einen Maximal-Betrag von 0·0004 *mm* linear und bei dem Fernrohr von 1·85 *m* Brennweite, für welches das Mikrometer dient, von 0″·04 ergeben.

Auch die Anordnung der Fäden im Mikrometer bietet häufig ein einfaches Mittel zur Bestimmung der periodischen Fehler dar, wenn zufällig oder vorbedachter Weise unter den festen oder beweglichen Fäden geeignete

Abstände vorkommen. Von diesem Verfahren haben u. a. G. MÜLLER in der vorerwähnten Untersuchung und BRÜNNOW bei der Bestimmung der Schraubenfehler des Dubliner Refractors[1]) ausgiebigen Gebrauch gemacht. Endlich mag noch darauf hingewiesen werden, dass sich die periodischen Fehler auch aus Durchgangsbeobachtungen von Sternen ermitteln lassen, ein Verfahren, welches am besten mit der Bestimmung des Winkelwerthes der Schraube vereinigt wird.

Um hier nochmals auf den doppelten Ursprung zurückzukommen, den die periodischen Schraubenfehler haben können, so scheint aus der Vergleichung der von verschiedenen Künstlern und nach verschiedenen Verfahren hergestellten Schrauben hervorzugehen[2]), dass in den meisten Fällen die fehlerhafte Lagerung der Schraube die überwiegende Fehlerquelle ist, andererseits sind auch Fälle nachweisbar — und namentlich bei Schrauben aus früherer Zeit — wo die Unvollkommenheiten in der Lagerung gegenüber den Fehlern der Schraube selbst zurückgetreten sind. Ein eclatantes Beispiel bietet in dieser Hinsicht die Untersuchung[3]) der Mikroskopschrauben des REPSOLD'schen Meridiankreises der Pulkowaer Sternwarte durch WINNECKE (1862).

Es mag an dieser Stelle noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass die einmal ermittelten periodischen Fehler, abgesehen von allen durch Abnutzung der Schraube oder Verschiedenheiten in der Lagerung beim Auseinandernehmen und Wiederzusammensetzen der Mikrometer entstehenden Aenderungen nur so lange ihre Gültigkeit behalten, als die Trommel in unveränderter Lage zur Schraubenspindel bleibt; sind beide nicht unveränderlich mit einander verbunden, so ist es rathsam, ihre gegenseitige Stellung durch eine Marke zu fixiren.

Obwohl eine genaue Untersuchung der Schraube eine unabweisbare Forderung für alle Präcisionsmessungen ist, so wird man doch in allen denjenigen Fällen, wo es thunlich ist, vorziehen, die Fehler aus der Messung zu eliminiren. Die meisten Mikrometer der neueren Zeit sind, indem sie eine Veränderung des Coincidenzpunktes über mindestens eine Umdrehung gestatten, darauf eingerichtet (vergl. pag. 115). Man sieht aus den obigen Ausdrücken sogleich, dass, wenn die Ausgangspunkte des zu messenden Bogens über n äquidistante Punkte des Umfangs vertheilt werden, nur diejenigen Glieder in der für die periodischen Fehler angenommenen Reihe übrig bleiben, welche vom n, $2n$, $3n$ . . fachen der Ablesung abhängen. Combinirt man zwei Messungen, bei denen die Anfangspunkte — $\cdot^{R}25$ und + $\cdot^{R}25$ sind, so werden die von allen ungeraden Vielfachen des Winkels abhängenden Fehler eliminirt, es bleiben dagegen die Fehler vom 2, 4, . . fachen in der Messung enthalten. Eine Dreizahl bei $-\frac{1}{3}$, 0, $+\frac{1}{3}$ Umdrehung lässt die Fehler mit dem Winkel $3a$, $6a$, . . übrig u. s. f. Wird überhaupt eine grössere Anzahl von Einzeleinstellungen gemacht, so empfiehlt sich am meisten die Combination $-0{\cdot}4 - 0{\cdot}2\ 0{\cdot}0 + 0{\cdot}2 + 0{\cdot}4$.

Das vorher angegebene Verfahren zur Bestimmung der fortschreitenden Fehler setzt voraus, dass man es nur mit einem kleinen Theil der Schraube zu thun hat. Müssen aber diese Fehler über die ganze Schraube bestimmt werden, so ist ein anderer Weg einzuschlagen, welcher dem für die Bestimmung der periodischen Fehler analog ist. Man verschafft sich eine Strecke, welche sehr nahe einem Vielfachen der Schraubenumdrehung gleich ist und misst dieselbe

---

[1]) Astronomical Observations and Researches made at Dunsink, Dublin I.

[2]) Vergl. WESTPHAL, Uebersicht über die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen von Mikrometerschrauben. Zeitschrift für Instrumentenkunde, Mai 1881.

[3]) Mém. de l'Acad. Imp. de St. Pétersbourg VII Série Tome VI, No. 7.

von verschiedenen, über die ganze Ausdehnung der Schraube gleichmässig vertheilten Anfangspunkten aus. Sei w die Anzahl der nutzbaren Schraubenwindungen, $\frac{w}{n}$ ein aliquoter Theil derselben, so messe man eine Distanz, welche sehr nahe gleich $\frac{w}{n}$ ist, nach einander ausgehend von a, $a + \frac{w}{n}$, $a + \frac{2w}{n}$, . . $a + \frac{n-1}{n} w$; die gefundenen Werthe seien $\frac{w}{n} + l_1$, $\frac{w}{n} + l_2$, . . . $\frac{w}{n} + l_n$, der wahre Werth $\frac{w}{n} + x$; bezeichnet man dann die gesuchten Correctionen mit $\varphi(a)$, $\varphi(a + \frac{w}{n})$, . . . so hat man die Gleichungen

$$x = l_1 + \varphi(a + \frac{w}{n}) - \varphi(a)$$
$$x = l_2 + \varphi(a + \frac{2w}{n}) - \varphi(a + \frac{w}{n})$$
$$\cdots\cdots\cdots$$
$$x = l_n + \varphi(a + w) - \varphi(a + \frac{(n-1)w}{n}).$$

Offenbar kann man aber zwei der Correctionen φ gleich 0 annehmen, weil es hier nur auf das Verhältniss eines Theils der Schraube zu dem übrigen ankommt. Setzt man daher $\varphi(a)$ und $\varphi(a + w)$ gleich 0, so wird:

$$x = \frac{\Sigma l}{n}$$
$$\varphi(a + \frac{w}{n}) = \frac{\Sigma l}{n} - l_1$$
$$\varphi(a + \frac{2w}{n}) = \frac{2\Sigma l}{n} - (l_1 + l_2)$$
$$\cdots\cdots\cdots$$
$$\varphi(a + \frac{mw}{n}) = \frac{m\Sigma l}{n} - (l_1 + l_2 + \ldots + l_m).$$
$$\cdots\cdots\cdots$$

Es sind dies dieselben Gleichungen, auf die man bei der Bestimmung der Theilungsfehler eines geradlinigen Massstabes oder eines Kreises geführt wird, und es gilt hier wie dort der unmittelbar aus dem Fehlerfortpflanzungsgesetz folgende Satz, dass das Gewicht der Bestimmungen von den Enden nach der Mitte zu abnimmt. Ist g_m das Gewicht der Correction für die $m$te Windung (gerechnet von a aus) und g das Gewicht einer Messung l, so findet man leicht

$$g_m = g \frac{n}{(n-m)m}.$$

Bestimmt man also die fortschreitenden Fehler einer 40^R langen Schraube durch Messung eines nahe 5^R betragenden Intervalles, so werden die mittleren Fehler, wenn mit ε_0 der mittlere Fehler eines l bezeichnet wird,

$$\varepsilon_5 = 0{\cdot}94\,\varepsilon_0 = \varepsilon_{35}$$
$$\varepsilon_{10} = 1{\cdot}22\,\varepsilon_0 = \varepsilon_{30}$$
$$\varepsilon_{15} = 1{\cdot}37\,\varepsilon_0 = \varepsilon_{25}$$
$$\varepsilon_{20} = 1{\cdot}41\,\varepsilon_0.$$

Um diese Anhäufung der Fehler nach der Mitte zu vermeiden, theilt man nach dem Vorschlage von Bessel die zu untersuchende Strecke zunächst in zwei Theile, halbirt hierauf jede Hälfte u. s. f. Die Anwendung dieses Verfahrens würde in dem obigen Falle zu folgenden mittleren Fehlern führen:

$$\begin{aligned}
\varepsilon_5 &= 0{\cdot}81\,\varepsilon_0 = \varepsilon_{35}\\
\varepsilon_{10} &= 0{\cdot}79\,\varepsilon_0 = \varepsilon_{30}\\
\varepsilon_{15} &= 0{\cdot}88\,\varepsilon_0 = \varepsilon_{25}\\
\varepsilon_{20} &= 0{\cdot}71\,\varepsilon_0,
\end{aligned}$$

welche nicht nur an sich kleiner sind, als die obigen, sondern auch unter einander keine so erheblichen Unterschiede zeigen. Auch die Dreitheilung giebt noch brauchbare Resultate.

Bessel hat noch ein anderes Verfahren angegeben, welches gleichfalls einer zu starken Anhäufung der Fehler vorbeugt. Es besteht darin, dass man Intervalle, welche gleich $\frac{w}{n} + x_1$, $\frac{2w}{n} + x_2$, $\frac{3w}{n} + x_3 \ldots$, wo $x_1 x_2 x_3 \ldots$ kleine Grössen sind, von den Anfangspunkten a, $a + \frac{w}{n}$, $a + \frac{2w}{n}$, ... aus misst. Man erhält so folgende Systeme von Gleichungen:

$$\begin{array}{l|l|c|l}
x_1 = l_1 + \varphi(a + \frac{w}{n}) & x_2 = l_1' + \varphi(a + \frac{2w}{n}) & \ldots\ldots & x_i = l_1^{(i-1)} + \varphi(a + \frac{iw}{n}) \\
\quad - \varphi(a) & \quad - \varphi(a) & & \quad - \varphi(a) \\
x_1 = l_2 + \varphi(a + \frac{2w}{n}) & x_2 = l_2' + \varphi(a + \frac{3w}{n}) & & x_i = l_2^{(i-1)} + \varphi(a + (i+1)\frac{w}{n}) \\
\quad - \varphi(a + \frac{w}{n}) & \quad - \varphi(a + \frac{w}{n}) & \ldots\ldots & \quad - \varphi(a + \frac{w}{n}) \\
\ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots\ldots \\
x_1 = l_n + \varphi(a + w) & x_2 = l'_{n-1} + \varphi(a + w) & & x_i = l^{(i-1)}_{n-(i-1)} + \varphi(a + w) \\
\quad - \varphi(a + (n-1)\frac{w}{n}) & \quad - \varphi(a + (n-2)\frac{w}{n}) & \ldots\ldots & \quad - \varphi(a + (n-i)\frac{w}{n})
\end{array}$$

welche unter Annahme von $\varphi(a) = \varphi(a + w) = 0$ nach der Methode der kleinsten Quadrate aufgelöst werden.

Die Grösse der Intervalle, für welche die Correctionen direct bestimm werden, muss sich nach der grösseren oder geringeren Regelmässigkeit de Schraube richten; bei den besseren Schrauben der Neuzeit wird es meis genügen, die Correctionen von 5 zu 5 Windungen nach einem der obiger Verfahren direct zu ermitteln und die Zwischenwerthe durch numerische ode graphische Interpolation abzuleiten.

Für die Ausführung der Messungen dient ein feststehendes, mit Fadenkreu oder besser einem engen Fadenpaar versehenes Mikroskop und eine Vorrich tung, — wenn vorhanden, leistet eine Theilmaschine gute Dienste, — mittel deren das Mikrometer oder das Mikroskop parallel verschoben werden können; a auszumessende Strecken eignen sich Zwischenräume zwischen Strichen, welche a dem beweglichen Schlitten gezogen sind. Auch das oben erwähnte, mit ein Glasscala oder mit zwei gegeneinander verstellbaren Fadenpaaren versehen Mikroskop lässt sich, wenn es an Stelle des Oculars gesetzt wird, unter B nutzung der Ocularschiebung verwenden, man muss aber, weil die Einstellung ausserhalb der Mitte des Gesichtsfeldes gemacht werden müssen, für eine se genaue Focussirung Sorge tragen und sich weiter versichern, dass die B wegungen des beweglichen Schlittens und des Ocularschiebers genau parallel e folgen. Vielfach bietet auch die Ausmessung der Intervalle der festen oder b weglichen Fäden ein geeignetes Mittel zur Bestimmung der fortschreitenden U gleichheiten. Ein Beispiel dieser Art entnehmen wir der Müller'schen Unt

suchung des FRAUNHOFER'schen Fadenmikrometers des Berliner 9zölligen Refractors. Von den 80 Windungen der Schraube wurden die am meisten benutzten vierzig mittleren, 20 bis 60, der Untersuchung auf fortschreitende Fehler unterzogen und hierfür die festen Fäden I—III, II—III, III—IV benutzt, deren Distanzen von verschiedenen durch die zweite Schraube hergestellten und um nahe 5^R auseinander liegenden Anfangspunkten aus mit der Messschraube bestimmt wurden. Der Einfluss der periodischen Fehler wurde eliminirt, indem jedesmal fünf Messungen bei $-0^R\!\cdot\!4$ $-0^R\!\cdot\!2$ $0^R\!\cdot\!0$ $+0^R\!\cdot\!2$ $+0^R\!\cdot\!4$ zu einem Mittel vereinigt wurden. So ergab sich:

Anfang	III—IV	Anfang	II—III	Anfang	I—III
R	R	R	R	R	R
24·8	5·1998	19·3	10·4327	19·3	20·7403
29·7	·1986	24·6	·4326	24·6	·7398
35·0	·2006	29·6	·4306	29·6	·7437
40·0	·2021	34·9	·4301	34·6	·7450
45·3	·2013	39·9	·4353	39·6	·7440
50·3	·2026	44·9	·4335		
55·3	·2000	49·9	·4335		

Hieraus folgen unter der gewiss berechtigten Annahme, dass die Correction für fortschreitende Fehler innerhalb einiger Zehntel einer Windung als constant angesehen werden darf, und indem die Verbesserungen für die Windungen 20 und 60 gleich Null angenommen werden, die Gleichungen:

	v		v
$x_1 = -0{\cdot}0002 + \varphi(30) - \varphi(25)$	-4	$x_2 = +0{\cdot}0027 + \varphi(30)$	$+2$
$= -0{\cdot}0014 + \varphi(35) - \varphi(30)$	-15	$= +0{\cdot}0026 + \varphi(35) - \varphi(25)$	$+13$
$= +0{\cdot}0006 + \varphi(40) - \varphi(35)$	$+11$	$= +0{\cdot}0006 + \varphi(40) - \varphi(30)$	0
$= +0{\cdot}0021 + \varphi(45) - \varphi(40)$	$+7$	$= +0{\cdot}0001 + \varphi(45) - \varphi(35)$	-18
$= +0{\cdot}0013 + \varphi(50) - \varphi(45)$	-7	$= +0{\cdot}0053 + \varphi(50) - \varphi(40)$	$+9$
$= +0{\cdot}0026 + \varphi(55) - \varphi(50)$	$+7$	$= +0{\cdot}0035 + \varphi(55) - \varphi(45)$	-13
$= 0{\cdot}0000 - \varphi(55)$	0	$= +0{\cdot}0035 - \varphi(50)$	$+7$

	v
$x_3 = +0{\cdot}0003 + \varphi(40)$	-3
$= -0{\cdot}0002 + \varphi(45) - \varphi(25)$	-9
$= +0{\cdot}0037 + \varphi(50) - \varphi(30)$	$+12$
$= +0{\cdot}0050 + \varphi(55) - \varphi(35)$	$+7$
$= +0{\cdot}0040 - \varphi(40)$	-8

deren Auflösung nach der Methode der kleinsten Quadrate die Werthe der Unbekannten giebt:

$x_1 = +0{\cdot}0008$ $\qquad \varphi(25) = -0{\cdot}0005$ $\qquad \varphi(45) = +0{\cdot}0014$
$x_2 = +0{\cdot}0026$ $\qquad \varphi(30) = +0{\cdot}0001$ $\qquad \varphi(50) = +0{\cdot}0002$
$x_3 = -0{\cdot}0027$ $\qquad \varphi(35) = +0{\cdot}0008$ $\qquad \varphi(55) = -0{\cdot}0008$
$\qquad \varphi(40) = +0{\cdot}0021$

Die nach Einsetzung dieser Werthe übrig bleibenden Fehler sind in den Columnen »v« in Einheiten der 4. Decimale angegeben.

Bei vielen oder wohl der Mehrzahl der Mikrometer-Constructionen hat die zweite oder Coincidenzschraube nur einen sehr beschränkten Spielraum, so dass das eben beschriebenene Verfahren nicht angewandt werden kann; in solchen Fällen können aber bisweilen aus den Coincidenzen verschiedener Fäden des festen und beweglichen Systems Relationen zur Bestimmung der fortschreitenden

Fehler abgeleitet werden. Ein Beispiel einer solchen Behandlung bietet die eingehende Untersuchung der Schraube des Hamburger Refractors durch HELMERT[1]. Endlich kann auch hier die Ermittlung der Fehler der Schraube mit der Bestimmung ihres Winkelwerthes aus Sternbeobachtungen verbunden werden.

Bestimmung des Winkelwerthes der Schraube.

Der Winkelwerth einer Mikrometerschraube kann nach drei verschiedenen Methoden bestimmt werden.

1. Man bestimmt die Aequatorealdistanzen der festen Fäden aus Durchgängen von Sternen und vergleicht dieselben mit den durch die Schraube in Schraubenumdrehungen gemessenen Entfernungen. Bezeichnen $F_2 F_1 F_{-1} F_{-2}$ . . die äquatorealen Distanzen, gerechnet von dem mittleren Faden in Bogensecunden, . . $l_2 l_1 l_{-1} l_{-2}$ . . die entsprechenden Abstände in Schraubenwindungen, so hat man zur Bestimmung des Winkelwerthes r oder der Anzahl Secunden, die auf eine Umdrehung gehen, die Gleichungen:

$$\begin{array}{l} \cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \\ u + l_2 r - F_2 = 0 \\ u + l_1 r - F_1 = 0 \\ u + l_{-1} r - F_{-1} = 0 \\ u + l_{-2} r - F_{-2} = 0 \\ \cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot \end{array}$$

wo u eine constante Grösse bedeutet.

Benutzt man bei der Bestimmung der Distanzen Sterne von höherer Declination, so kann es nothwendig werden, die Instrumentalfehler in Rechnung zu ziehen. Bezeichnen $90 - m$ und $90 - n$ den Stundenwinkel und den Polabstand des Kreisendes der Declinationsachse, $90 - k$ und $90 - (k + F)$ die Winkel, welche die durch Mittelfaden und Seitenfaden dargestellten Absehenslinien mit der Declinationsachse (Kreisende) machen, t und t' die Stundenwinkel des Sterns zu den Zeiten, zu denen er sich bei feststehendem Fernrohr unter jenen befand, so ist

$$\sin k = \sin n \sin \delta + \cos n \cos \delta \sin(m + t)$$
$$\sin(k + F) = \sin n \sin \delta + \cos n \cos \delta \sin(m + t')$$

Aus diesen Gleichungen erhält man, mit Vernachlässigung höherer Glieder, den Ausdruck zur Bestimmung von F:

$$F = \frac{\sin(t' - t)\cos\delta}{\sin 1''} + \frac{Fn(F + 2k)}{2\cos^2\delta}\sin^2 1'' \sin\delta - \frac{Fn^2 \sin^2 1''}{2\cos^2\delta} - \frac{Fk(F + k)\sin^2 1''}{2\cos^2\delta}.$$

Die Grösse n berechnet sich aus dem Winkel zwischen der Stunden- und der Declinationsachse $90 - i'$ und den Coordinaten des Poles x und y nach der Gleichung:

$$n = i' + x \sin t - y \cos t.$$

Bei der Berechnung von F muss aber noch auf die Strahlenbrechung Rücksicht genommen werden, welche einerseits bewirkt, dass $t' - t$ nicht dem Zeitintervall gleich ist, welches der Stern gebraucht, um von dem einen Faden zum andern zu gelangen und andererseits verlangt, dass in dem obigen Ausdruck für δ die scheinbare Declination angewandt wird. Es ist aber, wenn die Zwischenzeit mit τ^s und der Einfluss der Strahlenbrechung auf Stundenwinkel und Declination mit Δt und $\Delta\delta$ bezeichnet wird,

[1] F. R. HELMERT, a. a. O. Publicationen der Hamburger Sternwarte No. 1.

$$t' - t = 15\tau\left(1 + \frac{d\Delta t}{dt}\right)$$
$$\delta = \delta_0 + \Delta\delta,$$

wo δ_0 die von Strahlenbrechung befreite Declination ist. Substituirt man diese Werthe, so erhält man — hier unter Weglassung der von n und k abhängigen Correctionsglieder —

$$F = \frac{\sin 15\tau \cos\delta_0 R}{\sin 1''}, \quad \text{wo} \quad R = 1 + \frac{d\Delta t}{dt} - \operatorname{tang}\delta\Delta\delta,$$

oder unter Einführung der früher abgeleiteten Werthe

$$\frac{d\Delta t}{dt} = -\frac{dp}{dt} = -\frac{\varkappa \operatorname{cotang}^2 n}{\sin^2(N+\delta)} - \frac{\varkappa \sin N}{\sin(N+\delta)\cos\delta}$$
$$\Delta\delta = q = \varkappa \operatorname{cotang}(N+\delta)$$
$$R = 1 - \varkappa\left(1 + \frac{\operatorname{cotang}^2 n}{\sin^2(N+\delta)}\right).$$

Setzt man also $\frac{\operatorname{cotang} n}{\sin(N+\delta)} = \operatorname{tang}\psi$, so wird $R = 1 - \varkappa \sec^2\psi$,

folglich, wenn $F_0 = \frac{\sin 15\tau\cos\delta_0}{\sin 1''}$ eingeführt wird,

$$F = F_0 - F_0 \varkappa \sec^2\psi$$

Befindet sich der Stern im Meridian, so wird $\operatorname{tang}\psi = 0$ und der Correctionsfactor für alle Declinationen constant $= 1 - \varkappa = 1 - 0{\cdot}00028$.

Zur Berechnung von F_0 schreibt man besser

$$\log F_0'' = \log\tau' + \log 15 + \log\cos\delta_0 - d,$$

wo d die Reduction des Log Sinus auf den Log Bogen ist und einer Hülfstafel[1]) entnommen wird.

In den Berliner Hülfstafeln[2]) ist zur Berechnung der äquatorealen Fadendistanz (daselbst mit f bezeichnet) aus Sterndurchgängen von Polsternen der folgende Ausdruck gegeben:

$$f = \cos\delta\sin(t'-t)\frac{f}{\sin f} - \varkappa\cos\delta\sin(t'-t)[1+\operatorname{cotang}^2\varphi\sin^2 t] - 2\varkappa\operatorname{cotang}\varphi\sin t\sin^2\frac{t'-t}{2}$$

wo t und t' die Beobachtungs-Sternzeiten am Mittel- und Seitenfaden, δ die (wahre) Declination, φ die Polhöhe und $\varkappa$ den in Bogensecunden verwandelten Refractionscoefficienten bezeichnen. Dieser Ausdruck, welcher für Distanzen von weniger als 10' bis zu etwa 15° Poldistanz ausreicht, ist von V. KNORRE[3]) durch den umfassenderen ersetzt worden:

$$f = \cos\delta\sin(t'-t)\frac{f}{\sin f} - \varkappa\cos\delta\sin(t'-t)\left(1 + \frac{\operatorname{cotang}^2\varphi\sin^2 t}{\sin^2\delta}\right)$$
$$- \frac{2\varkappa\operatorname{cotang}\varphi\sin t}{\sin\delta}\sin^2\frac{t'-t}{2}.$$

Statt der festen Fäden kann man sich auch von vornherein des beweglichen Fadens bedienen. Man bringt denselben zuerst auf der einen Seite in eine geeignete Entfernung von dem ihm parallelen und in den Stundenkreis gestellten Mittelfaden und beobachtet eine Anzahl von Sterndurchgängen durch beide Fäden; wiederholt man hierauf dieselben Beobachtungen auf der anderen Seite des

[1]) u. a. in TH. ALBRECHT, Formeln und Hülfstafeln für geographische Ortsbestimmungen, Leipzig 1894.

[2]) W. FOERSTER, Sammlung von Hülfstafeln der Berliner Sternwarte. Berlin 1869.

[3]) Vierteljahrschrift der Astronomischen Gesellschaft 29. Jahrgang, pag. 100 u. 30. Jahrgang, pag. 141.

Mittelfadens, so fällt die Coincidenzstellung heraus und die Summe der beiderseitigen Distanzen entspricht der Differenz der Ablesungen der Schraube. Es ist hierbei zweckmässig, den beweglichen Faden beiderseits auf volle Umdrehungen einzustellen, den Abstand aber von Zeit zu Zeit zu variiren, um nicht in constante Fehler zu verfallen. Benutzt man einen Polstern, so beobachtet man besser die Durchgänge ausschliesslich durch den beweglichen Faden, den man successive um eine oder mehrere volle Umdrehungen, oder bei sehr hohen Declinationen, wie z. B. *α Urs. min.*, um aliquote Theile verschiebt. Im ersteren Falle lassen sich dann zugleich mit dem Winkelwerth die fortschreitenden, im letzteren auch die periodischen Fehler bestimmen. Sei, um dies kurz zu erläutern, w_m die Mittelstellung des beweglichen Fadens und man habe aus den beobachteten Zeiten nach den obigen Ausdrücken und nach Verbesserung für Strahlenbrechung folgende Distanzen gefunden:

Stellung des beweglichen Fadens	Distanz
. .	.
. .	.
u	
$w_{m-2} + 0{\cdot}6$	$\mp F_{-2,6}$
$w_{m-2} + 0{\cdot}8$	$\mp F_{-2,8}$
w_{m-1}	$\mp F_{-1,0}$
$w_{m-1} + 0{\cdot}2$	$\mp F_{-1,2}$
$w_{m-1} + 0{\cdot}4$	$\mp F_{-1,4}$
$w_{m-1} + 0{\cdot}6$	$\mp F_{-1,6}$
$w_{m-1} + 0{\cdot}8$	$\mp F_{-1,8}$
w_m	0
$w_m + 0{\cdot}2$	$\pm F_{0,2}$
$w_m + 0{\cdot}4$	$\pm F_{0,4}$
$w_m + 0{\cdot}6$	$\pm F_{0,6}$
$w_m + 0{\cdot}8$	$\pm F_{0,8}$
w_{m+1}	$\pm F_{1,0}$
$w_{m+1} + 0{\cdot}2$	$\pm F_{1,2}$
$w_{m+1} + 0{\cdot}4$	$\pm F_{1,4}$
. .	.
. .	.

Vereinigt man nun die den Stellungen 0·6, 0·8, 0·0, 0·2, 0·4 des beweglichen Fadens entsprechenden Distanzen zu Mittelwerthen, so sind diese frei von dem Einflusse der periodischen Fehler und nur noch mit den fortschreitenden Ungleichheiten behaftet. Leitet man daher aus diesen Mittelwerthen gemäss der Gleichung $v + n r = F$, worin v eine unbekannte constante Grösse und n die Anzahl der Schraubenumdrehungen, gezählt von der Mittelstellung aus, bezeichnen, den Winkelwerth r ab, so werden die nach Einsetzung von v und r übrig bleibenden Abweichungen die fortschreitenden Fehler, natürlich behaftet mit den zufälligen Beobachtungsfehlern, darstellen; um sie von diesen zu befreien, unterzieht man sie einer Ausgleichung, welche — bei der Unkenntniss des Gesetzes, welches sie befolgen, — am besten auf graphischem Wege erfolgt. Werden hierauf die einzelnen F von diesen fortschreitenden Fehlern befreit und die mit dem gefundenen Winkelwerth berechneten Distanzen davon abgezogen, so giebt jeder einzelne Unterschied $\Delta =$ Beob. — Rechnung eine Gleichung von der Form:

$$v' + \alpha' \cos a + \beta' \sin a + \alpha'' \cos 2a + \beta'' \sin 2a + \ldots = \Delta,$$

wo v' wieder eine unbekannte constante Grösse darstellt. Aus der Gesammtheit dieser Gleichungen werden dann, indem sie ganz oder gruppenweise für denselben

Bruchtheil einer Windung in Mittel zusammengezogen werden, die Coëfficienten α', β', α'', β'' . . . abgeleitet.

Die Bestimmung des Schraubenwerthes durch Sterndurchgänge setzt voraus, dass das Fernrohr während der Dauer der Beobachtung eines Durchganges seine Lage nicht verändert und namentlich keine Drehung um die Stundenachse erleidet; man muss daher auch thunlichst jede Drehung des Fernrohres um die Declinationsachse vermeiden, da eine solche leicht mit kleinen Verstellungen im Stundenwinkel verknüpft ist.

Ein 2. Verfahren zur Bestimmung des Schraubenwerthes besteht in der Ausmessung einer Distanz von bekannter Grösse, die entweder ein Bogen am Himmel oder durch terrestrische Marken hergestellt sein kann. Um im ersteren Falle einem etwa zu befürchtenden Fehler in der Distanz einen möglichst geringen Einfluss auf die Bestimmung des Winkelwerthes einzuräumen, wählt man eine grössere Declinationsdifferenz zwischen zwei Sternen, die man vermittelst eingeschalteter Zwischensterne stufenweise ausmisst. Sehr geeignet für diese Bestimmung ist der »*AZ*« Bogen im Sternhaufen *h* Persei, welcher eine Amplitude in Declination von 18′·6 umfasst, die durch 8 zwischenliegende Sterne in Differenzen von durchschnittlich 2′ getheilt wird. Da dieser Bogen, sowohl bei grösseren, als bei kleineren Instrumenten häufig angewandt wird, so mögen hier die für die Beobachtung und die Berechnung des Schraubenwerthes nöthigen Angaben folgen. Die Positionen der Sterne für das mittlere Aequinoctium 1900 sind:

Stern	Grösse	AR.	Jährl. Präc.	Decl.	Jährl. Präc.
A	7·2	$2^h\ 12^m\ 53^s·1$	$+4^s·194$	$+56°\ 51'\ 26''·0$	$+16''·78$
B	9·5	12 36·5	+4·190	48 32·2	+16·79
C	9·1	11 46·5	+4·183	46 39·5	+16·83
D	8·1	11 26·6	+4·179	44 43·1	+1·684
E	6·5	12 12·1	+4·183	42 26·2	+16·81
F	6·5	12 2·8	+4·180	40 23·5	+16·82
G	9·1	11 39·2	+4·176	38 17·4	+16·84
H	8·6	11 46·9	+4·175	36 16·9	+16·83
I	9·0	11 22·3	+4·171	34 33·0	+16·85
Z	8·4	11 22·5	+4·170	32 49·5	+16·85

Der Unterschied der Declinationen der beiden Endsterne, auf dessen genaue Kenntniss es hier allein ankommt, beträgt nach Beobachtungen am Pulkowaer Verticalkreise und Meridiankreisbeobachtungen eben dort und in Strassburg für das mittlere Aequinoctium des Jahres *t*:

$$\Delta\delta = 18'\ 36''·49 + (t - 1900)\left(-\ 0''·072 - 0''·005 \cdot \frac{t - 1900}{200}\right).$$

Um den beobachteten Declinationsunterschied *AZ* auf den mittleren Unterschied zu Beginn des Jahres zu reduciren, hat man:

$$\text{Red. auf Jahresanfang} = Aa' + Bb' + Cc' + Dd',$$

wo *A*, *B*, *C*, *D*, die bekannten BESSEL'schen Grössen sind, welche in allen grösseren astronomischen Ephemeriden, im Berliner Jahrbuch oder unter der umgekehrten Bezeichnung *C*, *D*, *A*, *B* im Nautical Almanac oder der Connaissance des Temps gegeben werden und die a', b', c', d' die folgende Bedeutung haben:

$$a' = n \sin\alpha_0 \sin\Delta\alpha$$
$$b' = \cos\alpha_0 \sin\Delta\alpha$$
$$c' = \cos\alpha_0 \sin\delta_0 \sin\Delta\alpha + \tang\varepsilon \sin\delta_0 \sin\Delta\delta + \sin\alpha_0 \cos\delta_0 \sin\Delta\delta$$
$$d' = \sin\alpha_0 \sin\delta_0 \sin\Delta\alpha - \cos\alpha_0 \cos\delta_0 \sin\Delta\delta.$$

α_0 und δ_0 sind hier die Mittel der Rectascensionen und Declinationen der beiden Endsterne, $\Delta\alpha$ ihr Rectascensions-, $\Delta\delta$ ihr Declinations-Unterschied, ϵ die Schiefe der Ecliptik, n die bekannte Präcessionsgrösse (20''·05). Die numerischen Werthe dieser Coëfficienten sind

	log a'	*log b'*	*log c'*	*log d'*	*d'*
1895	8·8559	7·7422	7·9136	6·6942	0·00049
1905	8·8591	7·7425	7·9141	6·7224	0·00053

von welchen Logarithmen der Logarithmus der Anzahl von Secunden, die auf eine Umdrehung gehen, subtrahirt werden muss, wenn man die Reduction unmittelbar an den gemessenen Unterschied anbringen will.

Beispiel. Am 9. October 1896 wurde aus Beobachtungen des Perseusbogens der Winkelwerth der Schraube eines REPSOLD'schen Mikrometers am 6zölligen Strassburger Refractor bestimmt. Scheinbarer Parallel. Mitte der Beobachtungszeit $23^h\,25^m$ St. Zt. Vergrösserung = 175, Focus 48·86, Temperatur + 16°·0 C.

Es wurden folgende Differenzen gefunden, wobei die fortschreitenden und die periodischen Fehler als verschwindend angenommen wurden:

	AB	7·5999 ʀ
	BC	4·8849
	CD	5·0604
	DE	5·9749
	EF	5·3931
	FG	5·5959
	GH	5·2714
	HI	4·4234
	IZ	4·5879
Summe	*AZ*	= 48·7918
Refraction		+ 0·0136
Red. auf 1896·0		+ 0·0077
		48·8131

Die Declinationsdifferenz in Bogensecunden ergiebt sich nach obigem Ausdruck für 1896·0 zu 1116·78 und hiermit eine Umdrehung der Schraube $= \frac{1116{\cdot}78}{48{\cdot}8131}$ = 22''·879.

Der nach diesem Verfahren erhaltene Winkelwerth darf nun strenge nur für solche Distanzen angewandt werden, welche nahe von derselben Grösse sind, wie der mittlere Betrag der gemessenen Unterschiede, und es bleibt zu untersuchen, ob und welche Aenderungen er in Folge der Krümmung und etwaiger Verzerrung des Gesichtsfeldes für kleinere oder grössere Distanzen erleidet. In dem obigen Falle gilt der abgeleitete Schraubenwerth für den mittleren Betrag von $5^R{\cdot}4$ symmetrisch zur Mittelstellung, man kann aber denselben Bogen auch benutzen, um das Verhalten des Winkelwerthes für grössere Beträge zu prüfen. Theilt man den Bogen in 5 Theile, *AB, BD, DF, FH, HZ*, so wird die mittlere Distanz $9^R{\cdot}8$, die Dreitheilung *AD, DG, GZ* ergiebt im Mittel $16^R{\cdot}3$ und die Halbirung *AE* und *EZ* eine mittlere Distanz von $24^R{\cdot}4$. Aus der Vergleichung der hieraus bestimmten Schraubenwerthe wird man dann erkennen, in wie weit eine Abhängigkeit von der gemessenen Distanz stattfindet, und im gegebenen Falle eine Interpolationsformel dafür aufstellen. Es darf hierbei aber nicht vergessen werden, dass auch ein constanter Messungsfehler Unterschiede von systematischem

Charakter hervorrufen kann; denn bezeichnet s die Summe der gemessenen Declinationsdifferenzen in Schraubenumdrehungen, d den bekannten Unterschied zwischen den beiden Endsternen, n die Anzahl der partiellen Bögen und v einen constanten Fehler, so wird der wahre Schraubenwerlh $= \frac{d}{s} + \frac{n}{s} \cdot v$, sodass für das obige Beispiel unter Voraussetzung eines constanten Fehlers von 0″·2 in jeder Bestimmung einer Declinationsdifferenz die aus der 9- 5- 3- und 2-Theilung hervorgehenden Werthe um bezw. 0″·037, 0″·020, 0″·012 und 0″·008 fehlerhaft sein würden. Wie dem aber auch sein möge, in allen Fällen wird man, mögen die für verschiedene Distanzen gefundenen Werthe ganz oder nur theilweise aus der Distorsion des Gesichtsfeldes hervorgehen, wenn anders sie hinreichend verbürgt sind, bei der Berechnung von Beobachtungen jedesmal denjenigen Werth annehmen, welcher für die betreffende Zone ermittelt worden ist.

Ein Beispiel der Bestimmung des Winkelwerthes einer Schraube durch terrestrische Objecte bietet die Untersuchung der Schraube des Mikrometers des 15zölligen Pulkowaer Refractors durch O. STRUVE[1]). Auf einer hölzernen Tafel waren auf dunklem Hintergrund fünf weisse Kreise von 0·4 Zoll Durchmesser gezeichnet, deren unter sich nahe gleiche Abstände (etwa 2 Fuss) scharf ausgemessen wurden. Die Tafel wurde in einer gewissen Entfernung vom Fernrohr, welche durch sorgfältige Triangulirung genau bestimmt war (8852 Fuss), senkrecht zur Gesichtslinie aufgestellt und hierauf die Distanz der Mittelpunkte der kleinen Kreise, die unter einem Winkel von 0″·8 erschienen, mit der Schraube gemessen. Es ist kaum nöthig zu bemerken, dass ein aus derartigen Messungen an terrestrischen Objecten abgeleiteter Schraubenwerth (r') für die Anwendung auf coelestische Beobachtungen noch der Reduction auf Entfernung ∞ bedarf; ist die Hauptbrennweite des Objectivs $= f$ und die Differenz der Focalstellung terrestrisches Object — Sterne $= \Delta f$, so beträgt die Reduction $\Delta r = r' \frac{\Delta f}{f}$.

Ein 3. sehr empfehlenswerthes Verfahren, welches die genaue Kenntniss der Declinationsdifferenz zweier Sterne ganz umgeht, beruht auf der Messung der Declinationsbewegung eines kleinen Planeten gegen einen und denselben genähert bekannten Fixstern. Es habe die Beobachtung zu den Zeiten $t, t', t'', \ldots$ die Unterschiede ergeben $\Delta\delta, \Delta\delta', \Delta\delta'', \ldots$ ausgedrückt in Schraubenrevolutionen, ferner seien die aus der Ephemeride unter Berücksichtigung der Aberrationszeit interpolirten und mittelst der Parallaxe auf den Beobachtungsort reducirten Declinationen des Planeten $\delta, \delta', \delta'', \ldots$ die mittlere Declination des Sternes für den Jahresanfang sei $D + x$ und die Reduction auf den scheinbaren Ort bezw. $R, R', R'', \ldots$ endlich sei $r = r_0 + y$, wo r_0 ein sehr genäherter Werth ist; setzt man dann

$$\begin{aligned} \delta - (D + R) - \Delta\delta \cdot r_0 &= n \\ \delta' - (D + R') - \Delta\delta' \cdot r_0 &= n' \\ \delta'' - (D + R'') - \Delta\delta'' \cdot r_0 &= n'' \\ \ldots\ldots\ldots \end{aligned}$$

so hat man zur Bestimmung der Verbesserung y die Gleichungen:

$$\begin{aligned} x + \Delta\delta\, y &= n \\ x + \Delta\delta'\, y &= n' \\ x + \Delta\delta''\, y &= n'' \\ \ldots\ldots\ldots \end{aligned}$$

[1]) Observations de Poulcova, Vol. IX.

Für die Anwendung dieser Methode werden hauptsächlich solche Planeten geeignet sein, welche gemäss ihrer Bahnlage eine starke Bewegung in Declination haben, und zugleich hell genug sind, um eine scharfe Einstellung (im hellen Feld) zuzulassen. Da die Sicherheit in der Bestimmung von r von der Genauigkeit der durch die Ephemeride gegebenen Bewegung abhängt, so muss man aus den in den Wochen vor und nachher anderweitig gemachten Ortsbestimmungen die Ephemeridencorrectionen bestimmen und mittelst einer daraus abgeleiteten Interpolationsformel, etwa in der Form $a + bt + ct^2$, die Planetendeclinationen vorher verbessern.

Reduction des Schraubenwerthes auf die Normalstellung der Fadenebene und seine Abhängigkeit von der Temperatur.

Als Normalstellung wird die Stellung der Fadenebene zum Objectiv bezeichnet, bei welcher gleichzeitig mit den Fäden das Sternbild die grösste Schärfe erlangt. Sie ist von der Sehweite des Auges unabhängig[1]) und wird durch eine Scala fixirt, welche sich auf dem im Rohr verschiebbaren Ocularauszug befindet; da aber die Brennweite des Objectivs und die Rohrlänge mit der Temperatur veränderlich sind, so wird auch die Ablesung der Scala für das Zusammenfallen der Bild- und der Fadenebene sich als Function der Temperatur darstellen. Um die hier stattfindende Relation zu ermitteln, bestimmt man unter möglichst verschiedenen Temperaturen in der pag. 140 angegebenen Weise den Focus und leitet unter Annahme der Beziehung zwischen der Normalstellung der Fadenebene (N) und der Temperatur (t) $N = a + bt$ die wahrscheinlichsten Werthe von a und b ab. Kennt man so die einer bestimmten Temperatur zukommende Normalstellung, so verbessert man die einzelnen für den Schraubenwerth gefundenen Resultate, wegen der Abweichung der Stellung der Fadenebene bei der jedesmaligen Beobachtung von der Normalstellung, die ihr gemäss der jeweiligen Temperatur zugekommen wäre, und erhält darauf aus dem Mittel der reducirten Werthe den normalen Winkelwerth der Schraube, welcher dem Mittel der Temperaturen entspricht. Der Einfluss der Temperatur auf diesen Normalwerth ergiebt sich nunmehr aus der Gleichung $\frac{dr}{r} = \frac{ds}{s} - \frac{df}{f}$, wenn s die Höhe eines Schraubenganges und f die Hauptbrennweite bezeichnen. $\frac{ds}{s}$ ist aber gleich dem Ausdehnungscoëfficienten des Materials (Stahl), aus dem die Schraube gefertigt ist, und df oder die Aenderung der Brennweite wird aus der Ausdehnung des Rohres dl plus der Aenderung der Stellung der Ocularzugröhre do, je pro 1° Temperaturänderung gefunden, wobei do positiv oder negativ zu nehmen ist, je nachdem der Ocularstutzen heraus- oder hineingeschraubt werden muss. Zur Erläuterung mag die folgende Untersuchung des Schraubenwerthes am 18zölligen Refractor der Strassburger Sternwarte dienen. Aus zahlreichen an Doppelsternen vorgenommenen Focussirungen in den Jahren 1886 und 1887 war die Normalstellung des Ocularstutzens von Kobold gefunden $N = 2{\cdot}28 - 0{\cdot}0214t$, wo t die Temperatur in C° bezeichnet; ferner hatte sich im Mittel aus 13 Beobachtungen des Perseusbogens, nachdem die gemessenen Amplituden Δ wegen des Unterschiedes zwischen der

[1]) Es gilt dies strenge nur für ein und dieselbe Art der Sichtbarmachung der Fäden; die Einstellung des Auges auf helle und dunkle Fäden ist häufig nicht unbeträchtlich verschieden, und es sollte daher auch die Normalstellung für beide Fälle ermittelt werden.

jedesmaligen Ablesung o der Scala und der für die betreffende Temperatur gültigen Normalstellung N gemäss dem Ausdruck $d\Delta = \frac{(N - o)^{mm}}{f} \cdot \Delta$ verbessert worden waren, die Gleichung ergeben:

$$49{\cdot}4659\, r = 1117''{\cdot}49 \text{ oder } r = 22''{\cdot}591 \text{ für } t = +\,15^\circ{\cdot}8\,\text{C und } N = 1{\cdot}95.$$

Nun ist $\frac{ds}{s} = 11.10^{-6}$, ferner, da das Rohr aus Stahlblech hergestellt ist, $df = 0{\cdot}916.11.10^{-6}$, und da die Ablesung der Ocularscala abnimmt, wenn das Mikrometer vom Objectiv entfernt wird, $do = +\,0^p{\cdot}0214$ oder wegen $1^p = 1{\cdot}26\,mm'$ $df = +\,0{\cdot}027\,mm$, mithin $\frac{df}{f} = (11 + 4)\ 10^{-6}$ und $\frac{dr}{r} = (11 - 15)\ 10^{-6}$ oder

$$dr = -\,0{\cdot}000004 \times 22{\cdot}591.$$

Der Schraubenwerth ergiebt sich also aus dieser Untersuchung

$$r = 22''{\cdot}591 - 0''{\cdot}000090(t^\circ - 15^\circ{\cdot}8);$$

es wird hierbei vorausgesetzt, dass das Ocular sich in der der Temperatur t entsprechenden Normalstellung befindet; für eine Beobachtung, die in einer anderen Stellung o gemacht wäre, würde noch hinzukommen:

$$dr = -\frac{r}{f}(N - o)\,1{\cdot}26 = -\,0''{\cdot}0041(N - o).$$

III. Doppelbildmikrometer.

Es ist bereits an anderer Stelle auf die aus der Beugung des Lichtes an den materiellen Fäden oder Lamellen entspringenden Nachtheile hingewiesen worden, welche dem Fadenmikrometer und mit ihm allen denjenigen Apparaten anhaften, bei welchen die Messvorrichtung in der Focalebene des Objectives sich befindet. Auch nach einer anderen Richtung geben die bisher besprochenen Mikrometer zu Aussetzungen Anlass. In Folge der ungleichmässigen und wechselnden Erwärmung der Luftschichten und der meist unvollkommenen Ausgleichung der äusseren Temperatur und derjenigen des Beobachtungsraumes sind die zu beobachtenden Objecte nur ganz selten in Ruhe, gewöhnlich oscilliren sie um eine mittlere Lage, von der aus sie sich um grössere oder geringere Ausschläge periodisch entfernen. Sind die zu vergleichenden Objecte einander scheinbar sehr nahe, wie es bei mikrometrischen Messungen engerer Doppelsterne der Fall ist, dann werden die Ausschläge zu derselben Zeit in demselben Sinn und Betrag erfolgen und man wird von ihrem Einfluss mehr oder weniger frei, wenn die Einstellung auf beide Objecte eine nahe gleichzeitige ist; werden sie aber zu verschiedenen Zeiten pointirt oder werden ihre Antritte an einem Faden beobachtet, so werden die Bilder zur Zeit der Beobachtung im Allgemeinen in verschiedenen Phasen sein, und die unvermeidliche Folge ist eine Vergrösserung des zufälligen Fehlers. In derselben Weise wirkt bei den Messungen mit dem Registrirmikrometer ein ungleichförmiger Gang des Uhrwerks, wenngleich hier bei einem einigermaassen guten Regulator die Schwankungen langsamer erfolgen und ihr Einfluss durch rasches und abwechselndes Wenden des Auges von einem Objecte zum andern leichter aufgehoben werden kann. Von diesen Mängeln sind die Messungen mittelst der Doppelbildmikrometer frei. Das Princip, welches diesen Apparaten zu Grunde liegt, besteht kurz in Folgendem.

Von dem auszumessenden Gegenstand, z. B. einer Planetenscheibe, wird ein doppeltes Bild entworfen, in der Weise, dass der Abstand der beiden Bilder

durch eine an zweckmässig angebrachten Scalen bestimmbare Lagenänderung des sie erzeugenden Apparates oder seiner einzelnen Theile zu einander innerhalb gewisser Grenzen variirt und gemessen werden kann. Bringt man nun die beiden Bilder soweit auseinander, dass der eine Rand des einen und der entgegengesetzte Rand des anderen Bildes sich berühren, so ist der Abstand der Centren beider Bilder gleich dem in der Trennungsrichtung gemessenen Durchmesser. Dasselbe gilt natürlich für die Ausmessung des scheinbaren Abstandes zweier Sterne, wenn die beiden Bilder eines jeden in der Richtung des die Sterne verbindenden Bogens gr. Kr. getrennt und das Bild *a* beziehungsweise *a'* des ersten Sternes und das Bild *b'* beziehungsweise *b* des zweiten Sterns zur Deckung gebracht werden. Zugleich lässt sich daraus die Lage des Bogens oder der Positionswinkel bestimmen, wenn die Drehung des die Verdoppelung erzeugenden Apparates um die Fernrohrachse an einem Positionskreise abgelesen werden kann. Man erkennt sogleich die Vortheile, welche die Messung auf diesem Wege gewährt; indem man es nur mit Bildern zu thun hat, welche zur Coincidenz oder zur Berührung gebracht werden, fallen jene lästigen Beugungserscheinungen weg, ferner braucht das Auge nur auf eine und dieselbe Stelle im Gesichtsfeld gerichtet zu werden, und — was von wesentlicher Bedeutung ist — eine Beleuchtung des Gesichtsfeldes wird nicht erfordert. Diesen Vortheilen steht allerdings der Nachtheil gegenüber, dass durch die Verdoppelung des Bildes die Helligkeit auf die Hälfte reducirt wird.

Das Verdienst, dieses für die Entwickelung der Mikrometrie ungemein wichtige Princip der Doppelbilder zuerst erkannt zu haben, muss dem Engländer Servington Savery zugesprochen werden, wenngleich seine in einer der Royal Society in London 1743 vorgelegten Abhandlung ausgesprochenen Ideen erst geraume Zeit später (1752) gewürdigt wurden, nachdem bereits der Franzose Bouguer unabhängig von ihm im Jahre 1748 der Pariser Akademie dieselben Gedanken vorgetragen und ihre Ausführbarkeit durch Beobachtungen nachgewiesen hatte. In beiden Fällen ging der Zweck auf eine genaue Bestimmung der Grösse des Sonnendurchmessers und der Veränderungen aus, die er beim Umlauf der Erde um die Sonne erleidet; auch wurde übereinstimmend die Verdoppelung des Sonnenbildes durch zwei Objective oder Objectivsegmente bewirkt, deren Achsen gegeneinander geneigt waren. Während dieselben aber bei Savery in einer Röhre fest angebracht waren und der kleine Zwischenraum zwischen den beiden entgegengesetzten Rändern der Sonnenbilder mittelst eines Fadenmikrometers bestimmt werden musste, machte Bouguer eine der beiden Linsen senkrecht zur Achse verschiebbar und benutzte ihre mittelst einer Schraube gemessene Verstellung zur directen Bestimmung der gesuchten Variationen. Gleichwohl war die Benutzung des Bouguer'schen Instrumentes, welches nach seinem Vorschlag den Namen »Heliometer« erhielt, sehr beschränkt; denn da die Achsen der beiden Linsen und folglich auch die beiden Bilder nicht zur Coincidenz gebracht werden konnten, so konnte der Nullpunkt weder direct bestimmt noch eliminirt werden und auf die Ausmessung von kleinen Distanzen musste ganz verzichtet werden. Es war daher ein überaus glücklicher Gedanke von J. Dollond, an Stelle der zwei Objective ein einziges zu setzen, welches durch einen diametralen Schnitt in zwei Hälften zerlegt war, die längs der Schnittlinie gegeneinander verschoben und um die Rohrachse gedreht werden konnten. Dabei wurde das eigentliche Objectiv des Fernrohrs als ganzes beibehalten und die getheilte Linse, welche eine negative Brennweite erhielt, vor dasselbe gestellt; Dollond erreichte dadurch, dass die Brennweite des ganzen Systems und damit auch das Verhältniss

der linearen Verschiebung der Hälften zu dem correspondierenden Winkel grösser wurde, als es sonst der Fall gewesen wäre. Auch wurden diese Objectivmikrometer, wie sie von DOLLOND bezeichnet wurden, vielfach mit Spiegeltelescopen verbunden. Im Uebrigen verblieben sie wesentlich in dieser Gestalt bis auf FRAUNHOFER, der, wie HANSEN treffend bemerkt, in seinem Wirken nicht sich genugend, in die Fusstapfen zu treten, die seine Vorgänger ihm vorgezeichnet hatten, wichtige Verbesserungen schuf. Vor allem verwarf FRAUNHOFER das zweite Objectiv ganz und ersetzte beide durch ein durchschnittenes achromatisches Objectiv; an Stelle der früheren gezahnten Räder führte er feine Schrauben ein, die zur Fortbewegung der Hälften und zur Ausmessung der Verschiebungen dienten; das Instrument wurde mit einem Positionskreis versehen und parallaktisch montirt. Dadurch erlangte das Heliometer mehr und mehr eine selbständige Bedeutung, welche ihm bis auf den heutigen Tag nicht nur geblieben, sondern durch die Erweiterung der ihm gestellten Aufgaben und Dank der Vervollkommnung, die es in den letzten Jahrzehnten in der REPSOLD'schen Werkstätte für Präcisionsmechanik erhalten hat, noch mehr und mehr zugenommen hat.

Indem für eine ausführlichere Beschreibung des Instrumentes und seines Gebrauches auf den Abschnitt »Heliometer« verwiesen wird, sollen hier die Apparate besprochen werden, bei denen dasselbe Princip benutzt, die Verdoppelung der Bilder aber auf eine andere Weise bewirkt wird. Man nennt sie gewöhnlich Ocularheliometer, weil das Bild entweder durch das Ocular selbst oder durch eine in der Nähe des Oculars eingeschaltete getheilte Linse oder durch ein Prisma verdoppelt wird.

Als erstes dieser Ocularheliometer mag genannt werden das

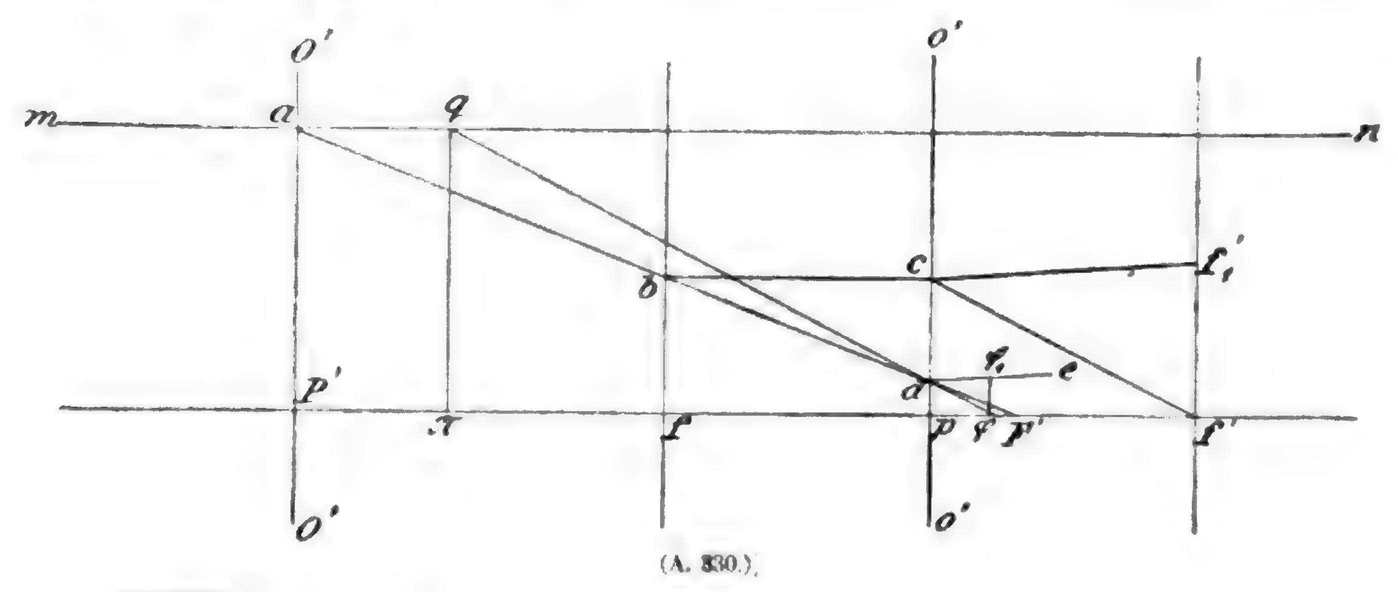
Doppelbildmikrometer von AMICI.

AMICI schaltete in der Nähe des Oculars, zwischen diesem und dem Objectiv eine getheilte positive oder negative Linse, deren beide Hälften längs der Schnittlinie nach der einen oder anderen Seite verschoben werden konnten, in den Strahlenkegel ein[1]), und versah sie mit Scala und Positionskreis zur Bestimmung der Grösse der Verschiebung und ihrer Richtung. ENCKE, welcher einen derartigen, übrigens leicht mit jedem Instrument zu verbindenden Apparat für die Berliner Sternwarte erworben hatte, hebt hervor, dass der Unterschied in der Qualität der Bilder mit und ohne getheilte Linse nur gering und meistens nur durch gewisse Beugungserscheinungen, d. h. Strahlen, die senkrecht auf der Schnittlinie stehen, merklich sei. Um die farbigen Ränder, welche die einfache Linse erzeugt, zu vermeiden, machte v. STEINHEIL die Zwischenlinse achromatisch und gab zugleich den beiden Hälften eine gleichzeitige symmetrische Bewegung nach entgegengesetzten Seiten. Es wurden dadurch »vollkommen scharfe achromatische Bilder« erzielt, und, was sehr wichtig war, die Coincidenzen konnten stets in der Achse des Hauptobjectivs beobachtet werden. Was ersteres betrifft, so scheinen die Erfolge nicht ganz den Erwartungen entsprochen zu haben,

[1]) KAISER sagt im III. Band der Annalen der Leidener Sternwarte bei Besprechung des AMICI'schen Mikrometers, der Gedanke wäre nicht neu gewesen, schon LAMBERT habe ein ähnliches Mikrometer erfunden und angewandt und in seinem Werke »Beiträge zum Gebrauche der Mathematik«, pag. 221, beschrieben. Das LAMBERT'sche Mikrometer ist aber nicht ein Ocular- sondern ein Objectivmikrometer gewesen, hergestellt aus einem durchschnittenen Brillenglase von 10 Zoll Brennweite, welches als Objectiv diente, und einer 1½ zölligen Ocularlinse. LAMBERT hat dasselbe benutzt, um den Abstand des Kometen vom Jahre 1769 von nahe gelegenen Sternen zu bestimmen.

wenigstens liess das von v. STEINHEIL mit besonders grosser Sorgfalt für die Pulkowaer Sternwarte hergestellte Mikrometer in optischer Hinsicht viel zu wünschen übrig und konnte wegen der geringen Schärfe der Bilder an dem 15zölligen Refractor nur mit Vergrösserungen bis zu 300 benutzt werden; gleichwohl zeigten die mit demselben ausgeführten Messungen eine befriedigende Uebereinstimmung. W. R. DAWES[1]) hat bei Anwendung des nachher zu beschreibenden AIRY'schen Doppelbildmikrometers eine Bemerkung gemacht, welche auch für das AMICI'sche Mikrometer von Nutzen sein kann. Wenn durch Entfernung der Achsen der beiden Hälften einer durchschnittenen Linse zwei Bilder eines Sterns erzeugt werden, so sind diese Bilder nicht vollkommen rund, sondern durch zerstreutes Licht, welches sich in der auf der Durchschnittslinie senkrechten Richtung und zwar mehr nach der Seite der zugehörigen Linsenhälfte, als nach der entgegengesetzten zeigt, entstellt, sie nehmen eine nahezu ovale Figur an. Es ist dies einerseits die Folge davon, dass durch die Hälfte einer Linse eine Compensation der Aberrationen nicht eintritt und hat anderseits seinen Grund in der Beugung der Lichtstrahlen an der Durchschnittslinie der Linse. Nach den Erfahrungen von DAWES kann man aber die Bilder vollkommen rund machen, wenn man vor das Objectiv des Fernrohrs eine geeignete Blende setzt. Dieselbe muss so beschaffen sein, dass das Licht nur durch zwei kreisrunde Oeffnungen einfällt, die einander berühren, und je einen Durchmesser gleich dem Radius des Objectivs haben; die Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte muss senkrecht zur Schnittlinie sein. Dasselbe würde zufolge DAWES ein Schirm leisten, dessen Oeffnung von einer Ellipse begrenzt wird, deren Hauptachsen gleich dem Durchmesser und dem Radius des Objectivs sind. Natürlich lässt die Anwendung einer solchen Blende nur die Hälfte des Objectivs zur Geltung kommen und sie ist daher nur bei grösseren Objectiven und bei helleren Objecten möglich, aber gerade hier pflegt auch die Deformation am störendsten zu sein. Statt das Objectiv selbst mit einer solchen Blende zu versehen, könnte man auch einen ähnlichen Schirm vor die getheilte Linse setzen und sich zugleich mit ihr drehen lassen; man würde dann der jedesmaligen neuen Justirung beim Uebergang von einem Object zum andern überhoben sein.

Die Beziehung zwischen der Verschiebung der beiden Hälften der getheilten Linse und dem Winkel, unter dem die beiden Bilder vom Hauptpunkt des aus ihr und dem Hauptobjectiv gebildeten optischen Systems erscheinen, geht leicht aus der Fig. 330 hervor.



(A. 330.)

[1]) Monthly Notices, Vol. XVIII.

Es mögen bezeichnen $O'O'$ die zweite Hauptebene des Objectivs, P' den zweiten Hauptpunkt, F' den zweiten Hauptbrennpunkt, $o'o'$ die (als unendlich dünn angenommene) getheilte Linse, p ihren Durchschnittspunkt mit der Achse, f und f' die beiden Brennpunkte der in der Hauptachse liegenden Hälfte, f_1' den zweiten Brennpunkt der um die Strecke $f'f_1'$ senkrecht zur Achse verschobenen Hälfte — man ziehe eine Gerade mn parallel zu $P'p$ und verbinde ihren Durchschnittspunkt mit $O'O'$ (a) mit F', diese Gerade treffe die erste Brennebene der zweiten Linse in b und diese selbst in d; durch b ziehe man eine Parallele zur Achse, verbinde ihren Durchschnittspunkt mit $o'o'$ (c) mit f' und ziehe durch d eine Parallele zu cf'; der Schnittpunkt mit der Achse φ ist der Hauptbrennpunkt des vereinigten Systems; ist ferner q der Schnittpunkt der rückwärts verlängerten Geraden $d\varphi$ mit mn, so fälle man eine Senkrechte auf $P'p$, der Fusspunkt π ist alsdann der zweite Hauptpunkt des Systems und $\pi\varphi$ die Hauptbrennweite. Die parallel zur Achse auffallenden Strahlen vereinigen sich demnach durch die erste Hälfte der getheilten Linse im Punkte φ; um den Ort der Vereinigung durch die zweite Hälfte zu erhalten, ziehe man de parallel zu cf_1', und errichte in φ eine Senkrechte auf der Achse, so ist der Durchschnittspunkt φ_1 der gesuchte Ort.

Setzt man

$$P'F' = p$$
$$pf' = pf = q$$
$$pF' = \alpha$$
$$p\varphi = \beta$$

die Verschiebung der einen Linsenhälfte $= f'f_1' = \Delta$

die Verschiebung des zugehörigen Bildes $= \varphi\varphi_1 = \delta$

den Winkel, unter welchem die Verschiebung des Bildes vom Hauptpunkt π des Systems aus erscheint, $= \psi$,

so erhält man aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $dp\varphi$ und cpf', dpF' und bfF':

$$\frac{\beta}{\alpha} = \frac{q}{q+\alpha} = \frac{q-\beta}{q},$$

ferner aus der Aehnlichkeit der Dreiecke $d\varphi\varphi_1$ und $cf'f_1'$

$$\delta = \frac{\Delta\beta}{q}$$

und da die Brennweite des Systems $= \dfrac{pq}{q+\alpha}$ ist, so wird

$$tang\,\psi = \frac{\delta\,(q+\alpha)}{pq} \text{ oder in Bogensecunden } \psi = \frac{\delta(q+\alpha)}{pq\,\sin 1''} = \frac{\alpha\Delta}{pq\,\sin 1''}.$$

Bei dem von Steinheil für den Pulkowaer Refractor construirten Mikrometer war $p = 2880'$, $q = 720'$, $\beta = 114'$, hieraus folgt $\alpha = 135'{\cdot}44$, die Brennweite des Systems $= 2424'$ und $\Delta = 0{\cdot}0744\,\psi''$. Durch eine Umdrehung der Schraube wurden die beiden Hälften um $0{\cdot}62'$ symmetrisch von einander entfernt, die Bilder erschienen mithin um einen Winkelbetrag von 8·35 Secunden getrennt. Da die beiden Hälften bis zu $36'$ auseinander geschoben werden konnten, so betrug hiernach der grösste messbare Winkel 8 Minuten; praktisch wird indessen die Grenze erheblich tiefer liegen. Uebrigens sieht man aus der obigen Gleichung, und ist auch ohne Weiteres einleuchtend, dass man durch Vergrösserung oder Verkleinerung von α auch den Winkelwerth der Scala vergrössert oder verkleinert, ein Umstand, von dem Dawes bei seinen Doppelsternmessungen mit dem Amici'schen Mikrometer Gebrauch gemacht hat[1]).

[1]) Mikrometer nach dem Princip von Amici werden von J. Browning in London verfertigt.

Statt die Verdoppelung des Bildes durch eine zwischen Objectiv und Ocular eingeschaltete getheilte Linse hervorzubringen, wollte RAMSDEN (1779) ein doppeltes Bild dadurch erzeugen, dass er eine der Ocularlinsen selbst in zwei Theile zerlegte, oder, um ein günstigeres Verhältniss zwischen der linearen Verschiebung und dem Winkelwerth zu erzielen und die chromatische und sphärische Aberration möglichst aufzuheben, eine fünfte getheilte Linse in den zweiten Brennpunkt der ersten Ocularlinse (vom Objectiv aus gerechnet) setzte. Ein Vorzug dieses Mikrometers gegenüber dem Objectivmikrometer sollte darin bestehen, dass das Bild bereits vor der eigentlichen Mikrometerlinse stark vergrössert war und die Unvollkommenheiten in der Gestalt der letzteren durch die übrigen Linsen nicht mehr merklich vergrössert wurden, während bei dem Objectivmikrometer die Fehler des zerlegten Glases sich mit der Vergrösserung des ganzen Fernrohres multiplicirten. Uebrigens gab RAMSDEN selbst seinem katoptrischen Mikrometer, bei welchem der kleine Spiegel eines CASSEGRAIN'schen Reflectors durchschnitten war, den Vorzug. Erst mehrere Jahrzehnte, nachdem RAMSDEN seinen Vorschlag veröffentlicht hatte, construirte G. DOLLOND, ohne hiervon Kenntniss zu haben, ein Ocularmikrometer, welches sich wesentlich nur darin von demjenigen von RAMSDEN unterschied, dass die getheilte Linse sich zwischen der 2. und 3. Linse des Oculars befand, aber noch mit allen aus der Theilung des Lichtkegels hervorgehenden Mängeln behaftet war. Glücklicher und erfolgreicher erwies sich der Gedanke, die zweite Linse (vom Objectiv aus gerechnet) eines viertheiligen terrestrischen Oculars zu durchschneiden und als Mikrometerlinse zu verwenden. Wie erwähnt, hatte RAMSDEN bereits eine derartige Construction angedeutet; nach Angabe von PEARSON[1]), der sich auf TROUGHTON stützt, würde aber die erste Anregung dazu einem Zufall zu verdanken sein, indem man bei einem terrestrischen Ocular, dessen zweite Linse zerbrochen war, die Beobachtung gemacht habe, dass ein mehrfaches Bild eines Lichtpunktes gesehen wurde, wenn die Stücke der zerbrochenen Linse wieder zusammengefügt wurden, ohne sich genau an einander zu schliessen. Wie dem auch sei, der Gedanke wurde aufgenommen und unter anderen von JONES zur Herstellung eines Doppelbildmikrometers verwendet. Es zeigte sich aber bald, dass auch dieser Apparat an zwei Fehlern litt, welche seiner Benutzung zu scharfen Messungen im Wege standen. Der erste Fehler bestand darin, dass die vom Objectiv kommenden Lichtkegel der einzelnen leuchtenden Punkte eines Objectes nach der Brechung durch die erste Linse die zweite getheilte Linse an verschiedenen Stellen trafen und folglich durch die Trennung der beiden Hälften ungleich getheilt wurden. Eine und dieselbe Hälfte erhielt daher von den verschiedenen Punkten des leuchtenden Objectes ungleich viel Licht und die beiden Bilder einer gleichmässig erleuchteten Scheibe erschienen daher ungleichförmig hell und änderten ihre gegenseitige Helligkeit mit dem Orte, den sie im Gesichtsfeld einnahmen. Hierzu kam die Unsauberkeit der Bilder in Folge der Farbenzerstreuung und insbesondere desjenigen Theiles, welcher in der Richtung der Schnittlinie lag. Mochte bei zusammengeschraubten Hälften das Ocular auch durchaus farbenfreie Bilder geben, so musste nothwendig, wenn die eine Hälfte aus der Achse entfernt wurde, der auffallende Theil des Strahlenkegels durch die zur Erzeugung des zweiten Bildes erforderliche Brechung auch eine in derselben Richtung fallende Dispersion erleiden.

[1]) PEARSON, Practical Astronomy.

AIRY's Doppelbildmikrometer.

AIRY hat bei dem nach ihm benannten Mikrometer die im vorhergehenden erwähnten Schwierigkeiten in sehr sinnreicher und zugleich einfacher Weise beseitigt. Ausgehend von der Erwägung, dass, für die einzelnen Objectpunkte die Achsen der Lichtkegel nahezu parallel auf die erste Linse auffallen und sich im zweiten Brennpunkt derselben vereinigen, brachte er die getheilte Linse in den Brennpunkt der ersten und erreichte dadurch, dass alle Lichtkegel durch die Schnittlinie in je zwei gleiche Theile zerlegt wurden. Dadurch war der erste grosse Uebelstand gehoben. Das AIRY'sche Doppelbildmikrometer in seiner ursprünglichen Form, sowie es von 1840 ab mehrere Jahre auf der Greenwicher Sternwarte benutzt worden ist, ist hiernach ein achromatisches, terrestrisches Ocular, bei welchem die zweite Linse von der ersten dem Objectiv zugekehrten Linse um deren Brennweite absteht. Diese Linse ist durch einen durch die Achse des Fernrohrs gehenden Schnitt getheilt, die eine Hälfte ist fest, die andere durch eine Schraube mit getheiltem Kopf längs der Schnittlinie beweglich. Der ganze Apparat ist mittelst eines gezahnten Rades und eines Triebes um die Fernrohrachse drehbar und die Stellung der Schnittlinie kann an einem getheilten Kreise abgelesen werden. Die Vergrösserung wird durch Austausch der dem Auge nächsten Linse geändert. In vielen Fällen ist es nothwendig, die Helligkeit des durch die eine Hälfte entworfenen Bildes im Vergleich zu derjenigen des anderen Bildes moderiren zu können, und dies geschieht einfach dadurch, dass durch eine geringe Drehung des ganzen Apparates um eine der Schnittlinie parallele Axe der Querschnitt des auffallenden Lichtkegels in einem anderen Verhältniss getheilt wird.

Was die Farbenzerstreuung angeht, so hatte AIRY bei dieser ersten Construction zunächst dafür gesorgt, dass das Ocular an sich, wenn die beiden Hälften zusammengeschraubt waren und nur eine Linse bildeten, völlig achromatisch war, oder dass die verschiedenfarbigen Strahlen, in die ein auf die erste Linse auffallender weisser Strahl zerlegt wurde, in paralleler Richtung in das Auge gelangten und so ein farbenfreies Bild erzeugten. Es ist mit Rücksicht auf das Folgende von Interesse hierauf etwas näher einzugehen[1]). Seien die Brennweiten der 1., 2., 3., 4. Linse beziehungsweise p, q, r, s und die Abstände zwischen der 1. und 2., der 2. und 3., der 3. und 4. Linse a, b, c, dann wird ein Lichtstrahl, der die 1. Linse in einem Abstand m von der Achse trifft, unter der Voraussetzung, dass er als parallel zur Achse angesehen werden kann, nach der Brechung durch die vier Linsen die Achse in einem Punkte schneiden, der — wie aus bekannten Formeln der Dioptrik leicht hervorgeht — um die Grösse

$$v = \frac{sA}{B},$$

wo

$$A = abc - bcp - (a+b)cq - (b+c)ar + cpq + (b+c)pr + (a+b+c)qr - pqr$$
$$B = abc - bcp - (a+b)cq - (b+c)ar - abs + cpq + (b+c)pr$$
$$+ (a+b+c)qr + bps + (a+b)qs + ars - pqr - pqs - prs - qrs$$

von der letzten Linse absteht; und ebenso findet man leicht den Abstand des Strahles, wo er die 4. Linse trifft, von der Achse:

$$u = \frac{mA}{pqr},$$

demnach wird die Tangente des Winkels, den der Strahl nach seinem Austritt aus der 4. Linse mit der Achse des Fernrohrs macht

[1]) Memoirs of the Royal Astronomical Society of London, Vol. XV.

$$= m\left\{\frac{abc}{pqrs} - \frac{bc}{qrs} - \frac{(a+b)c}{prs} - \frac{(b+c)a}{pqs} - \frac{ab}{pqr} + \frac{c}{rs} + \frac{b+c}{qs} + \frac{a+b+c}{ps} + \frac{b}{qr} + \frac{a+b}{pr} + \frac{a}{pq} - \frac{1}{s} - \frac{1}{r} - \frac{1}{q} - \frac{1}{p}\right\}.$$

Soll die Bedingung der Achromasie erfüllt sein, so darf dieser Ausdruck sich nicht ändern, wenn der Brechungsindex um ein weniges variirt. Nun ist

$$\delta\frac{1}{p} = \frac{1}{p}\frac{\delta n}{n-1}$$

$$\delta\frac{1}{pq} = \frac{2}{pq}\frac{\delta n}{n-1}$$

$$\delta\frac{1}{pqr} = \frac{3}{pqr}\frac{\delta n}{n-1}$$

u. s. w. und damit wird die zu erfüllende Bedingung, wenn man zugleich die oben geforderte Gleichheit $a = p$ einträgt,

$$o = p\{bc - cq - (b+c)r - bs + qr + qs + rs\} + q\{-3bc + 2(b+c)r + 2bs - rs\}.$$

Ist diese Gleichung erfüllt, was auf unendlich viele Arten möglich ist, so ist das Ocular achromatisch, jedoch nur unter der Annahme, dass die optischen Mittelpunkte der beiden Hälften der 2. Linse zusammen und in die gemeinschaftliche Achse des Oculars fallen. Wird aber die eine oder andere Hälfte verschoben, so wird der Lichtstrahl sie in Punkten treffen, wo die beiden Oberflächen einen grösseren oder kleineren Winkel mit einander bilden, und folglich in einem von der Grösse der Verschiebung abhängigen Grade gebrochen und zerlegt werden. Die daraus hervorgehende Dispersion wird im allgemeinen durch die folgenden Linsen nicht aufgehoben, so dass die beiden Bilder, wo sie sich auch im Gesichtsfeld befinden, farbig erscheinen und zwar da, wo es für die Messung am meisten hinderlich ist, in der Richtung der Schnittlinie selbst.

Um dieser Unvollkommenheit, die auch den früheren Constructionen, insbesondere derjenigen von Jones angehaftet hatte, nach Möglichkeit abzuhelfen, entwickelte Airy in ähnlicher Weise, wie vorher, die Bedingung der Achromasie, wenn die 2. Linse lateral verschoben wird. Bezeichnet α den Winkel, den die Flächenelemente an der Stelle, wo ein in der Richtung der Fernrohrachse auffallender Strahl sie trifft, einschliessen, so wird der austretende Strahl mit der Achse einen Winkel $\vartheta = (n-1)\alpha$ machen und die Aenderung dieses Winkels für einen Strahl vom Brechungsindex $n + \delta n$ wird $\delta\vartheta = \frac{\delta n}{n-1}\cdot\vartheta$.

Die Tangente des Winkels, den dieser Strahl nach der Brechung durch die 3. und 4. Linse mit der Achse einschliesst, ist nun

$$\vartheta\left(\frac{bc}{rs} - \frac{b+c}{s} - \frac{b}{r} + 1\right).$$

Damit dieselbe von kleinen Variationen des Brechungsindex unabhängig sei, muss folglich

$$\left(\frac{bc}{rs} - \frac{b+c}{s} - \frac{b}{r} + 1\right)\delta\vartheta + \vartheta\delta\left(\frac{bc}{rs} - \frac{b+c}{s} - \frac{b}{r} + 1\right) = 0,$$

oder nach kurzer Entwickelung $3bc - 2(b+c)r - 2bs + rs = 0$ sein.

Diese Gleichung gilt zwar nur für einen bestimmten Strahl strenge, kann aber auch für andere Strahlen als nahe richtig angesehen werden. Hält man dieselbe mit der zuerst entwickelten Gleichung zusammen, so reducirt sich diese auf den ersten Theil und der Factor p wird unbestimmt. Man kann folg-

lich die Brennweite der ersten Linse beliebig wählen und hat im Uebrigen die zwei Bedingungen zu erfüllen:

$$bc - cq - (b + c)r - bs + qr + qs + rs = 0$$
$$3bc - 2(b + c)r - 2bs + rs = 0.$$

Da hier zwischen 5 Grössen nur 2 Gleichungen bestehen, so kann man den Bedingungen der Aufgabe noch immer auf viele verschiedene Weisen genügen. AIRY wählte die folgenden Werthe, ausgedrückt in einer beliebigen Einheit:

Brennweite der 1. Linse $= p$ (willkürlich)
Abstand der 1. von der 2. (getheilten) Linse $= p$
Brennweite der 2. Linse $= 5$
Abstand der 2. von der 3. Linse $= 2$
Brennweite der 3. Linse $= 1$
Abstand der 3. von der 4. Linse $= \frac{7}{4}$
Brennweite der 4. Linse $= 1$.

Die äquivalente Linse dieses Oculars hat eine Brennweite von $\frac{4}{5}p$, und die Aenderung der Vergrösserung geschieht hier durch Austausch der dem Objectiv nächsten Linse.

Nachdem die Brennweiten und gegenseitigen Abstände der Linsen festgelegt waren, blieb für die Aufhebung oder möglichste Einschränkung der sphärischen Aberration nur die Wahl der Linsenform übrig; auf Grund einer früheren Untersuchung[1]) gab AIRY den beiden ersten Linsen eine aequiconvexe, den beiden anderen eine planconvexe Form, wobei die ebenen Flächen dem Auge zugekehrt lagen. Waren bei dem nach diesen Grundsätzen construirten Mikrometer die Mängel der früheren Form gehoben, so musste es auf der andern Seite als ein Uebelstand empfunden werden, dass die zweite Linse eine verhältnissmässig grosse Brennweite hatte und daher der Schraube zur Bewegung ihrer Hälften eine starke Steigung gegeben werden musste; auch das Gesichtsfeld war ziemlich beschränkt.

Diesen Mängeln wurde auf Vorschlag von VALZ in Marseille dadurch abgeholfen, dass der zweiten (getheilten) Linse eine negative Brennweite gegeben und an Stelle der obigen Combination die folgende gesetzt wurde, welche auch die Bedingungsgleichungen erfüllt.

Brennweite der 1. Linse $= p$ (willkürlich)
Entfernung der 1. von der 2. Linse $= p$
Brennweite der 2. Linse $= -1$
Entfernung der 2. von der 3. Linse $= 1$
Brennweite der 3. Linse $= 1$
Entfernung der 3. von der 4. Linse $= 3$
Brennweite der 4. Linse $= 1$.

Dieses System ist einer Linse von der Brennweite p äquivalent.

Auch die Form der Linsen wurde etwas verschieden von der früheren Bestimmung gewählt. Die Aberration hatte sich einerseits in einer Unsauberkeit und schlechten Definition der Bilder, andererseits in einer gewissen Verzerrung derselben geäussert. Da beide Fehler sich nicht gleichzeitig wegschaffen liessen und die völlige Aufhebung der Distorsion eine zu grosse Unsauberkeit der Bilder mit sich brachte, so stellte AIRY die Schärfe der Bilder in erste Linie und gelangte so zu den folgenden Formen:

[1]) G. B. AIRY, On the Spherical aberration of the eye-pieces of telescopes, Cambridge Transactions Vol. III.

1. Linse aequiconvex,
2. „ aequiconcav,
3. „ planconvex, mit der ebenen Fläche nach der getheilten Linse zu,
4. „ aequiconvex.

Die für die 2. Linse gewählte Form hatte zugleich den Vortheil des geringeren Lichtverlustes.

Das AIRY'sche Mikrometer nimmt unter denjenigen Ocular-Mikrometern, welche auf dem Princip der Linsentheilung beruhen, unstreitig auch heute noch den ersten Rang ein, und über seine Leistungsfähigkeit kann nach den ausgezeichneten Arbeiten KAISER's kein Zweifel bestehen. Gleichwohl hat es seine bereits von AIRY hervorgehobenen Mängel, die glücklicherweise aber nur der Art sind, dass sie die Verwendung des Mikrometers in engere Grenzen einschliessen; AIRY selbst und auch KAISER haben bei ihren Apparaten als Grenze der messbaren Distanzen 90" angenommen.

AIRY hebt unter den seinem Mikrometer anhaftenden Unvollkommenheiten insbesondere folgende hervor:

1) Durch die vier Linsen wird ein Lichtverlust erzeugt, welcher bei schwachen Objecten störend werden kann.

2) Der die zwei Hälften der zweiten Linse trennende Raum hat je nach der Feinheit, mit welcher das Durchschneiden ausgeführt ist, einen grösseren oder geringeren Lichtverlust zur Folge, der um so empfindlicher ist, je stärker die Vergrösserung und je kleiner das auffallende Lichtbüschel ist.

An dem für die Sternwarte in Leiden von SIMMS in London (1855) hergestellten Exemplar war nach dem Berichte KAISER's das Durchschneiden der Linse mit einer ganz besonderen Vollkommenheit ausgeführt, so dass man mit unbewaffnetem Auge nur eine äusserst feine Linie zwischen den beiden Glashälften zu sehen vermochte. Auch mit einer stark vergrössernden Lupe konnte man noch kaum einen Zwischenraum entdecken, dagegen sah man bei jeder Hälfte einen schmalen, matten Rand von ungleicher Breite. KAISER fand die ganze Breite des für das Licht undurchlässigen Streifens im Mittel zu 0·096 *mm*; der Lichtverlust, der daraus unter Anwendung der dem Apparat beigegebenen vier verschiedenen austauschbaren Linsen und bei Benutzung eines 7-zölligen MERZ'schen Refractors von 3·2649 *m* Brennweite hervorging, betrug:

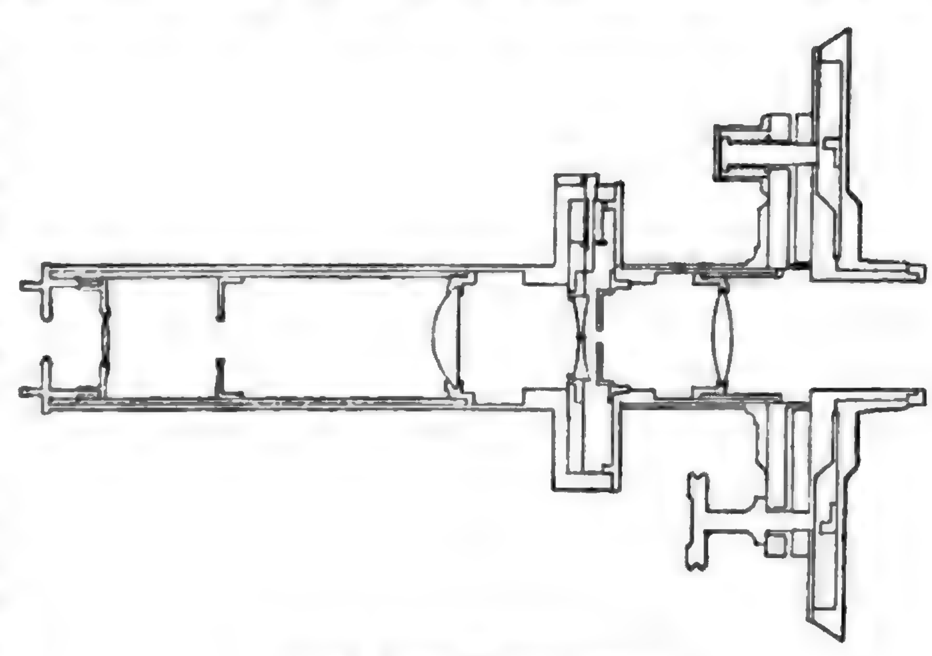
Brennweite der 1. Linse	Vergrösserung	Durchmesser d. Lichtcylinders	Lichtverlust
8·3 *mm*	413	0·482	0·254
13·0	278	0·754	0·162
20·4	178	1·184	0·103
27·2	137	1·579	0·077

Wie man sieht, ist der Lichtverlust namentlich bei den beiden stärksten Vergrösserungen sehr beträchtlich, in runden Zahlen ¼ bezw. ⅙.

3) Ein dritter Nachtheil, den das Mikrometer mit allen auf der Theilung einer Linse beruhenden mikrometrischen Apparaten gemein hat, entspringt daraus, dass jedes der beiden Bilder durch ein Strahlenbüschel mit halbkreisförmigem Querschnitt erzeugt wird. Es wird dadurch, wie bereits früher erwähnt, einerseits die Farbenzerstreuung in der auf der Schnittlinie senkrechten Richtung nicht aufgehoben und zweitens werden die Bilder durch die Beugung des Lichtes an den Rändern der Hälften senkrecht zum Durchschnitt eine längliche Form annehmen und an

Schärfe verlieren. Diese beiden Unvollkommenheiten haben indessen auf die Messung von Distanzen keinen Einfluss, weil die Bilder in der Richtung der Schnittlinie scharf bleiben, sie können aber auf das Urtheil hinsichtlich der nebeneinander zu stellenden Bilder einwirken und daher die Messung von Positionswinkeln beeinträchtigen.

Indem auf die Beobachtungsmethoden selbst weiter unten wird zurückgekommen werden, möge hier nach KAISER[1]) eine kurze Beschreibung des mechanischen Theiles des Apparates gegeben werden, welcher durch die vorzüglichen Messungen dieses Astronomen eine Berühmtheit erlangt hat. Die Fig. 331 a, b, c[2]) werden dabei zur Erläuterung dienen können.

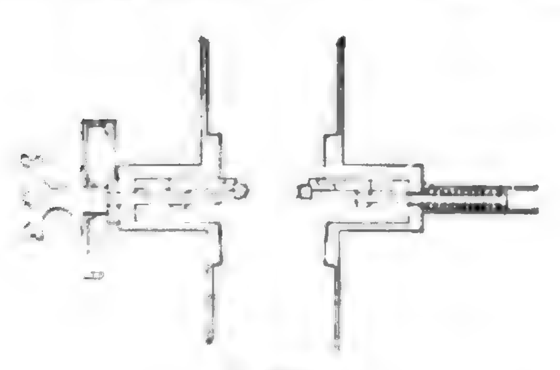


AIRY's Doppelbildmikrometer

(A. 331 a.)

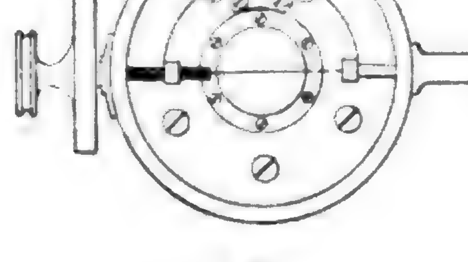
a) Durchschnitt durch die optische Achse senkrecht zur Trennungslinie der beiden Hälften der 2. Linse

Der Positionskreis des Instrumentes ist eine Scheibe von Messing, mit einem Durchmesser von $4\frac{1}{2}$ Engl. Zoll $= 0{\cdot}115$ *m*, welche unmittelbar am Ocularrohr des Fernrohrs angeschraubt wird. Diese Scheibe trägt die Theilung auf ihrem mit



(A. 331 b.)

b) Durchschnitt durch die optische Achse, parallel zur Trennungslinie



(A. 331 c.)

c) Durchschnitt senkrecht zur Achse (2. Linse)

einer Neigung von 45° abgedrehten Rande, so dass die Theilung auf einer Kegelfläche liegt und sich also mit dem Auge senkrecht auf der Fläche der Scheibe und in ihrer Verlängerung gleich leicht ablesen lässt. Um den Mittelpunkt dieser Scheibe dreht sich eine andere, welche zwei schräge Nonien und die übrigen Theile des Mikrometers trägt. Diese Bewegung wird ausgeführt durch

---

[1]) F. KAISER, Annalen der Sternwarte in Leiden, Bd. III, pag. 116 ff. Die Bezeichnung der Linsen ist dort die umgekehrte.

[2]) Verf. verdankt dieselben der freundlichen Mittheilung von Herrn H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN.

einen Kopf, welcher aus der zweiten Scheibe hervortritt, mittelst Rädern, welche zwischen den Scheiben verborgen sind, und ist gerade so leicht und so schnell als bei Messungen von Positionswinkeln am erwünschtesten erscheint. Auf der zweiten und drehbaren Scheibe liegt ein Metallstück, welches mit zwei Spitzen darauf ruht und an der einen Seite durch eine Schraube an der Scheibe angezogen wird. Dreht man diese Schraube, so lässt sich die Neigung des Metallstücks gegen die Scheibe, in einem auf die Trennung der getheilten Linse senkrechten Sinne ein wenig ändern. Dieses Metallstück hat in seiner Mitte ein Rohr mit einem inneren Durchmesser von 0·025 *m*, welches sich bis zu 0·037 *m* über die Scheibe erhebt. In diesem Rohre wird das eigentliche Mikrometer eingeschoben und mit einer Schraube und einem Klemmring in der gehörigen Lage befestigt. Das eigentliche Mikrometer ist ein Rohr, welches eine Länge von 0·159 *m* und einen Durchmesser von 0·027 *m* hat. An einem Ende dieses Rohres wird ein kurzes Rohr, welches die erste Linse enthält, eingeschoben und durch eine Bajonettschliessung festgehalten. Zur Aenderung der Vergrösserung sind dem Instrumente vier Linsen, mit ihren kürzeren Rohren von gehöriger Länge, beigegeben, wovon jede für sich als erste Linse dienen kann. Diese Linsen haben Brennweiten von $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ und 1 Engl. Zoll. Der Theil des grösseren Rohres, worin sich die erste Linse befindet und welcher im Rohre der drehbaren Scheibe eingeschoben wird, hat eine Länge von 0·030 *m*. Hineingeschoben stösst es gegen das feste Rohr durch einen Cylinder, welcher das grössere Rohr umgiebt und eine Höhe von 0·011 *m* bei einem Durchmesser von 0·058 *m* hat. Dieser Cylinder enthält die getheilte Linse, wovon jede Hälfte in einer starken Metallplatte befestigt ist. Die eine Platte ist am Cylinder festgeschraubt, so dass der Mittelpunkt der Glashälfte, welche sie trägt, in die Achse des Rohres fällt. Die andere Platte lässt sich, parallel mit der Basis des Cylinders, verschieben, und wird an der einen Seite durch eine cylindrisch gewundene Feder, an der anderen Seite durch die Mikrometerschraube angezogen. Die Trommel der Mikrometerschraube ist in 100 gleiche Theile getheilt und neben derselben findet sich ein Zeiger, dem Auge des Beobachters zugewandt. Die bewegliche Platte trägt einen Index, welcher durch einen Schnitt am Rande des Cylinders geht und dort auf eine Scala zeigt, welche 50 Windungen der Schraube umfasst. Die Platte lässt sich aber nicht über diesen ganzen Raum bewegen. Die Scala von 50 Schraubenwindungen hat eine Länge von 0·0122 *m*, so dass jede Schraubenwindung 0·24 *mm* beträgt. Die beiden anderen Linsen sind in einem besonderen Rohre befestigt, welches eine Länge von 0·097 *m* hat und an dem Augenende in das grössere Rohr hineingeschoben wird. Dieses Rohr ist in zwei Exemplaren dem Instrumente beigegeben; das eine mit und das andere ohne Faden im Brennpunkt der dem Auge zugewandten Linse. Das erstgenannte Rohr wird hineingeschoben, wenn man den Aequatorpunkt des Positionskreises zu bestimmen hat.

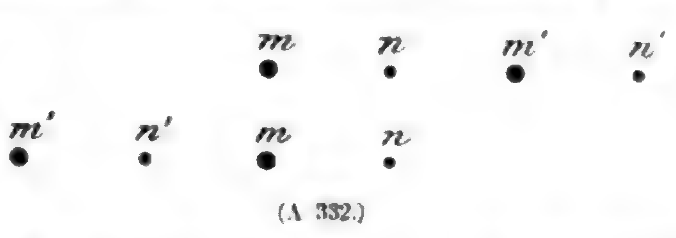
Bei dem eben beschriebenen Exemplar ist nur die eine Hälfte der getheilten Linse — nach beiden Seiten, wie es die Elimination des Nullpunkts erfordert — beweglich; die andere Hälfte ist dagegen fest, ein Mangel, den der Beobachter um so mehr empfunden hat, als die periodischen Fehler der Schraube, welche vielleicht durch einen Unfall, ungewöhnlich gross waren, nicht eliminirt werden konnten, sondern durch langwierige Messungsreihen bestimmt werden mussten. Aber auch abgesehen hiervon, würde die Bewegung beider Hälften den Vortheil gewähren, dass die Grenzen, innerhalb deren die Qualität der Bilder Messungen gestattet, geradezu verdoppelt würden. Dabei würde nur die

eine Hälfte mit einer eigentlichen Messschraube ausgestattet zu werden brauchen, wenn sich beide Hälften zusammen auf einer besonderen Platte vor den übrigen Linsen verschieben liessen.

Damit die Bilder, welche von den beiden Linsenhälften entworfen werden, sich vollständig zur Deckung bringen lassen, müssen die optischen Mittelpunkte bei der Verschiebung genau durcheinander gehen. Während bei den (älteren) Objectivmikrometern besondere Correctionsschrauben hierfür angebracht waren, wird bei dem AIRY'schen Mikrometer die kürzeste Entfernung der Bilder geändert, wenn man das ganze Mikrometer ein wenig hinein- oder herausschiebt; man kann daher diese Eigenschaft benutzen, um die Bilder zur Deckung zu bringen, auch wenn die optischen Mittelpunkte nicht genau zusammenfallen. Es könnte allerdings scheinen, dass der Winkelwerth der Schraube sich dadurch ändert; dies ist aber nicht der Fall, wenn nur der Abstand der ersten von der zweiten Linse nahe gleich der Brennweite der ersten Linse ist. Bezeichnet nämlich y den Abstand eines Punktes der Hauptbrennebene des Objectivs von der optischen Achse, e den Abstand von der ersten Linse, und setzt man $e - p = \varepsilon$ und $a = p + \delta a$, so ist die lineare Verschiebung ρ der zweiten Linse, welche erfordert wird, um das Bild in der Fernrohrachse erscheinen zu lassen durch die Gleichung gegeben $\rho = \frac{yq}{p} \frac{1}{1 - \frac{\delta a}{p} \cdot \frac{\varepsilon}{p}}$. Nun wird zwar δa nicht genau gleich Null sein, aber doch bei sorgfältiger Ausführung des Apparates so wenig sich davon unterscheiden, dass, da auch ε im Allgemeinen sehr klein sein wird, das Produkt $\frac{\delta a}{p} \cdot \frac{\varepsilon}{p}$ praktisch als verschwindend angesehen werden kann[1]). Bezeichnet man daher mit F die Hauptbrennweite des Objectivs und lässt nunmehr ρ die Steighöhe der Schraube sein, welche die eine Hälfte verschiebt, so ist $\frac{y}{F \sin 1''} = r = \frac{\rho}{F \sin 1''} \frac{p}{q}$ der Winkelwerth der Schraube. Derselbe ist der Brennweite der ersten Linse proportional und muss für die verschiedenen Linsen, bezw. Vergrösserungen, nach dem später angegebenen Verfahren bestimmt werden. Uebrigens ist es rathsam, die Stellung der Mikrometerrohre mittelst einer kleinen Scala unter Controlle zu halten.

Beobachtungsmethoden.

Es handle sich zunächst um die Bestimmung der gegenseitigen Lage zweier Sterne. Die Bilder der beiden Sterne, welche von der einen Linsenhälfte entworfen werden, seien (Fig. 332) m und n, die von der anderen Hälfte erzeugten m' und n'. Man bringt durch Drehung des vorderen Theiles des Mikrometers die vier Bilder in dieselbe Gerade und macht mittelst der Schraube der zweiten Linse den Abstand der Bilder n und m' gleich der Entfernung mn oder $m'n'$, hierauf wiederholt man nach Ablesung der



(A 332.)

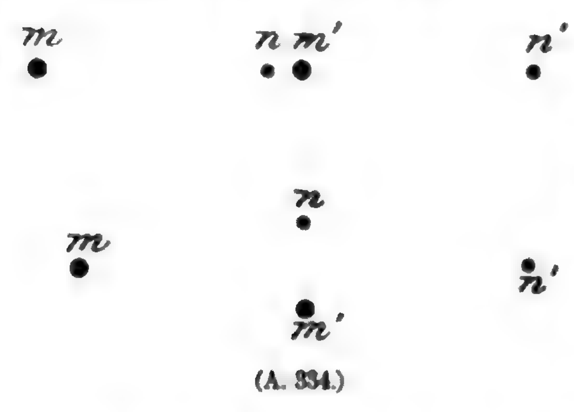
1) Vergl. auch J. A. C. OUDEMANS, On the condition, that in a double-image micrometer the value of a revolution of the micrometer screw be independent of the accomodation of the eye M. N. XLVIII.

Schraubentrommel die Beobachtung auf der anderen Seite, indem man nunmehr $n'm$ gleich mn oder $m'n'$ macht. Die Differenz der beiden zugehörigen Ablesungen ist dann gleich der vierfachen Distanz, ausgedrückt in Schraubentheilen. Ferner giebt das Mittel der beiden Ablesungen des Positionskreises den Winkel, den die Richtung des Sternpaares mit der Richtung durch den Nullpunkt des Kreises macht. Bei der Beurtheilung der Gleichheit der Intervalle empfiehlt es sich, die Strecke nm' bezw. $n'm$ sowohl mit mn als auch mit $m'n'$ zu vergleichen und erst diejenige Stellung als definitiv anzusehen, bei welcher die drei neben einander liegenden Strecken unter sich gleich sind. Noch sicherer ist die Anwendung eines total reflectirenden Prismas vor dem Ocular, dessen brechende Kante einmal senkrecht zur Verbindungslinie der Sterne, und dann derselben parallel gestellt wird; im ersteren Falle wird das Bild umgekehrt, und das Mittel aus beiden Einstellungen ist von einem etwaigen systematischen Bisectionsfehler frei. Die Methode der vierfachen Distanzen wird mit Vortheil angewandt, so lange die Entfernung der beiden Objecte eine gewisse Grenze, etwa 10″ bis 15″ nicht übersteigt.

Für grössere Distanzen ist die Messung doppelter Distanzen vorzuziehen, indem man (Fig. 333) die Sterne n und m' einmal auf der einen und ein zweites Mal auf der anderen Seite sich berühren lässt. Dieses Verfahren ist im allgemeinen weniger constanten Fehlern ausgesetzt, als das vorige.

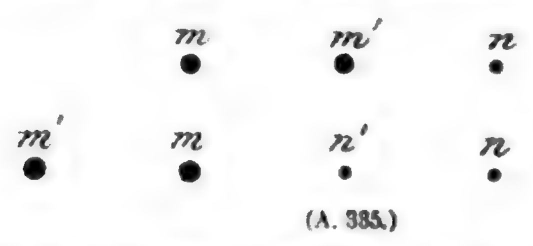
(A. 333.)

Eine dritte Methode, welche unter denselben Umständen anwendbar, an Genauigkeit den anderen Verfahren aber vielleicht nachsteht, erfordert eine verschiedene Einstellung für Positionswinkel und Distanz. Zur Bestimmung der Richtung werden die Bilder (Fig. 334) wieder in dieselbe Gerade gebracht und zwar m' nahe an n gestellt; für die Messung der Distanz dagegen wird m' so gestellt, dass die Verbindungslinie nm' senkrecht steht auf der Linie mn'; die entstehende Figur ist eine Raute, und folglich, wenn die Beobachtung auf der anderen Seite des Nullpunktes wiederholt wird, die halbe Differenz der Ablesungen die gesuchte Entfernung.



(A. 334.)

Man kann endlich auch die ungleichnamigen Bilder zur directen Deckung bringen, verfährt dann aber zweckmässig so, dass man die Messung der einen Coordinate durch die andere prüft. Will man Entfernungen messen, so schiebe man die Hälften so weit auseinander, bis bei kleinen Drehungen am Positionskreis das Bild m' genau durch n und in der anderen Lage n' durch m durchschlägt; bei der Messung der Richtungen drehe man den vorderen Theil so lange, bis bei Hin- und Herschieben der einen Linsenhälfte das Bild m' central durch n, bezw. n' central durch m hindurchgeht.

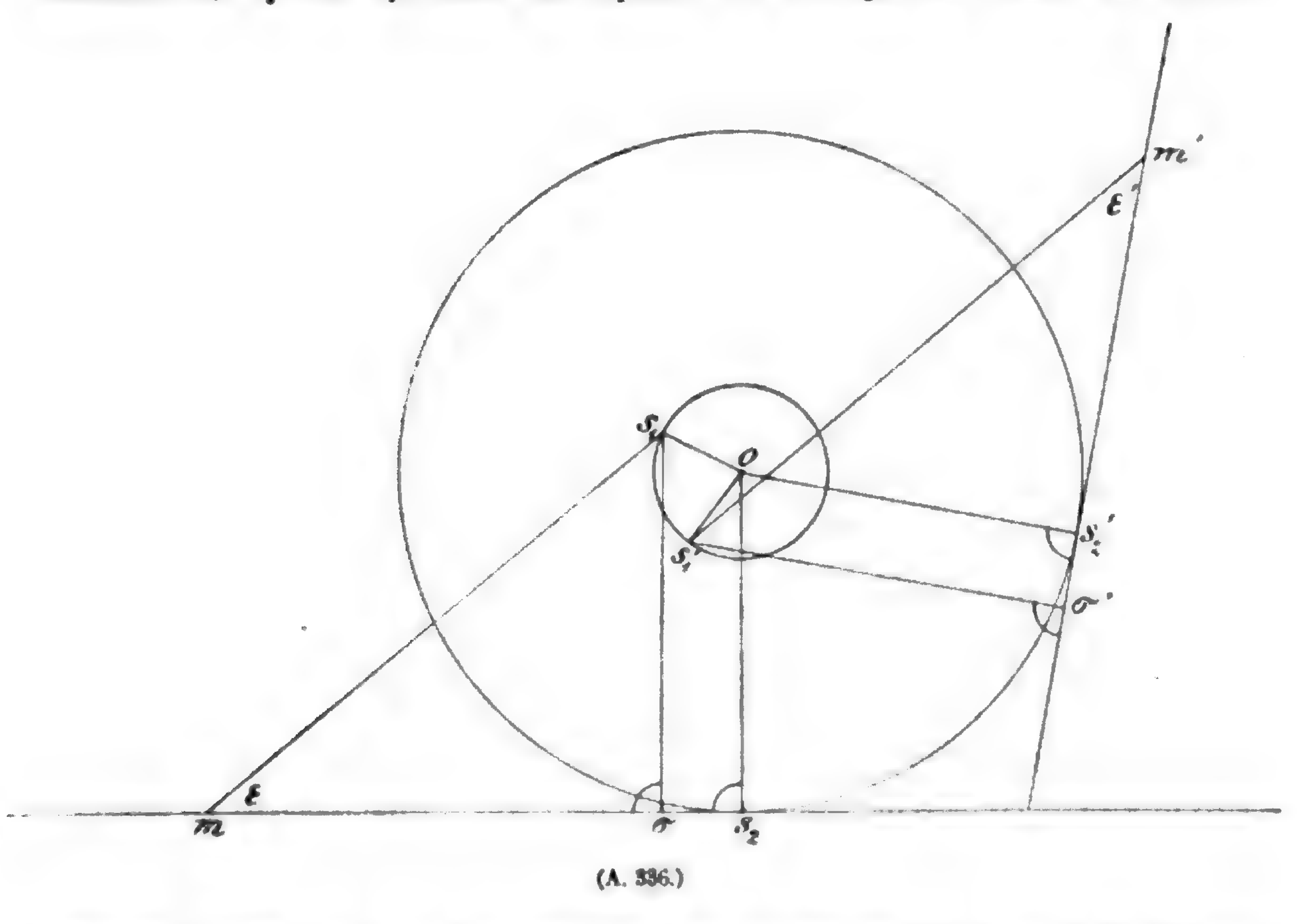


(A. 335.)

Sind die Entfernungen relativ sehr gross, so kann man sich des Verfahrens einfacher Distanzen bedienen (Fig. 335), indem man die vier Bilder in eine Gerade und m' in die Mitte von m und n bezw. m in die Mitte von m' und

n' stellt. Abgesehen von der Unsicherheit, der die Bisection einer grossen Strecke ausgesetzt ist, ist hier, falls die beiden Sterne ungleich an Helligkeit sind, ein constanter Fehler zu befürchten, der auch durch Umkehrung mittelst eines Prismas nicht weggeschafft wird. Bei Durchmesserbestimmungen von Scheiben werden die äusseren Berührungen zu beiden Seiten des Nullpunktes hergestellt; es empfiehlt sich dabei, die Einstellungen jedes Mal in doppelter Weise zu machen, einmal indem man die getrennten Bilder auf einander zu und zweitens indem man die übergreifenden Bilder sich auseinander bewegen lässt, wobei natürlich die Fehler der Schraube sowohl für Vorwärts- als für Rückwärtsbewegung untersucht sein müssen. Sicherer ist es sowohl hier, als bei allen anderen Messungen, die Schraubenfehler dadurch zu eliminiren, dass die Beobachtungen mit verschiedenen regelmässig über eine Umdrehung vertheilten Stellungen der zweiten Linsenhälfte ausgeführt werden. Es ist hier noch auf zweierlei aufmerksam zu machen. Bisher ist vorausgesetzt worden, dass das Mikrometer in Bezug auf das Fernrohr nach dem oben beschriebenen Verfahren so justirt sei, dass die beiden Bilder eines Objectes bei Verschiebung der Linsenhälften genau über einander hinweggehen, oder dass bei einer bestimmten Stellung eine vollkommene Deckung stattfindet. Es wird indessen auch bei sorgfältigster Justirung leicht ein kleiner Fehlerrest bestehen bleiben, den man durch die Anordnung der Beobachtungen und ihre Berechnung wegzuschaffen trachten muss.

Bezeichne in Fig. 336 s_1 den optischen Mittelpunkt der einen (sogen. festen) Linsenhälfte, s_2 den optischen Mittelpunkt der beweglichen Hälfte bei seinem



(A. 336.)

kürzesten Abstand von dem Drehungsmittelpunkt o, σ seinen Ort, wenn er die kürzeste Entfernung von s_1 hat, endlich m seine Lage bei der Messung, dann wird ms_1 eine je nach der angewandten Methode verschiedene Function der Entfernung der beiden Objecte sein, welche, wenn man den Winkel $s_1 m s_2 = \varepsilon$ setzt, ausgedrückt wird durch

$$f(d) = m\sigma \sec \varepsilon.$$

Um die Messung auf der anderen Seite des Nullpunktes zu wiederholen, muss man dem ganzen Apparat eine Drehung um o geben, und es mögen hierbei s_1 und s_2 in s_1' und s_2', m in m' übergehen. Da ms_1 gleich und parallel $s_1'm'$ und $s_1\sigma = s_1'\sigma_1'$, ferner $s_1\sigma m = s_1'\sigma' m' = \frac{\pi}{2}$, so folgt $\varepsilon = \varepsilon'$ und $s_2 o s_2' = 2\varepsilon$ und es wird daher auch $f(d) = m'\sigma' \sec \varepsilon$. Sind die Ablesungen der Schraube bei den Einstellungen bezw. a und a', so ist $m\sigma = \frac{a'-a}{2}$ und folglich

$$f(d) = \frac{a'-a}{2} \sec \varepsilon.$$

Der Winkel, den die Richtung der beiden Sterne mit der Nullrichtung des Kreises macht, ergiebt sich aus den Ablesungen n und n' vermöge der Gleichungen:

$$q = n + \varepsilon$$
$$q = n' - \varepsilon$$

mithin im Mittel $q = \frac{n+n'}{2}$ und $\varepsilon = \frac{n'-n}{2}$

Es geht hieraus hervor, dass das Mittel der zwei Bestimmungen der Richtung, welche bei Verschiebung der einen oder beiden Linsenhälften nach entgegengesetzten Seiten erhalten werden, frei von dem Fehler der unvollständigen Deckung der Bilder ist, dass dagegen die gemessene Distanz mit der Secante des halben Unterschiedes der beiden Kreisablesungen multiplicirt werden muss, um in die wahre Distanz überzugehen. Zugleich folgt hieraus ein einfaches und sicheres Mittel zur Focussirung des Apparates. Man bestimmt auf beiden Seiten des Nullpunktes die Richtung zweier Sterne und stellt das Mittel an den Nonien des Positionskreises ein; hierauf schiebt man das ganze Mikrometer hinein oder hinaus, bis die Richtung, in welcher die Bilder getrennt werden, mit der Richtung von einem Stern zum anderen zusammenfallt.

Wie oben bemerkt wurde, ist nur ein Theil der sphärischen Aberration aufgehoben; zu Gunsten der grösstmöglichen Schärfe der Bilder ist eine Verzerrung übrig geblieben, die sich darin äussert, dass die Bilder eines Doppelsterns sich gegenseitig versetzen, wenn sie an verschiedene Stellen des Gesichtsfeldes gebracht werden. Hat man z. B. das Bild der einen Componente eines Doppelsterns in der Mitte des Gesichtsfeldes mit dem Bilde der anderen zur Deckung gebracht, so gehen die Bilder nicht unbeträchtlich auseinander, wenn man sie in der Richtung der Trennungslinie auch nur ein wenig aus der Mitte des Gesichtsfeldes entfernt. Kaiser hat ausdrücklich auf diesen Umstand aufmerksam gemacht und es für eine zum Gelingen der Beobachtung unerlässliche Vorsichtsmassregel erklärt, alle Messungen an derselben Stelle des Feldes, am besten in der Mitte und symmetrisch dazu auszuführen. Da die gegenseitige Versetzung auf beiden Seiten der Mitte die entgegengesetzte Richtung hat, so hebt sich der Einfluss kleiner, zufälliger Abweichungen aus der Mitte im Mittel aus einer grösseren Anzahl von Messungen auf.

Bestimmung des Winkelwerthes der Schraube.

Die Bestimmung des Winkelwerthes der Schraube eines Airy'schen Doppelbildmikrometers erfordert sehr eingehende Untersuchungen; denn neben der eben erwähnten Versetzung des Bildes hat die Distorsion auch den Effect,

dass die Verschiebung der Bilder der relativen Bewegung der Linsenhälften nicht genau proportional und für verschiedene Distanzen verschieden ist. Auch die Führung der Linse auf einer ebenen Platte muss kleine Ungleichheiten, die von ihrem Abstand von der Coincidenzstellung abhängen, erzeugen, und von ähnlicher Art sind die fortschreitenden Fehler der Schraube. Man könnte letztere nach einer der an anderer Stelle gegebenen Methoden besonders ermitteln und in Rechnung ziehen; es ist aber einfacher und auch sicherer, den Einfluss der optischen Fehler zugleich mit den fortschreitenden Fehlern der Schraube in Function des Abstandes der Linsenhälften von dem Nullpunkt zu untersuchen.

Als einfachstes Mittel zur Bestimmung des Schraubenwerthes bietet sich die Beobachtung des Durchganges der beiden in die Richtung der täglichen Bewegung und in einen gewissen Abstand von einander gestellten Bilder eines Sternes durch einen dazu senkrechten Faden dar. Wiederholt man die Beobachtung bei der entgegengesetzten Stellung der Hälften, so fällt der Nullpunkt heraus, auch ist leicht ersichtlich, dass und auf welche Weise man sich von den periodischen Schraubenfehlern unabhängig machen kann. Wegen des kleineren mittleren Antrittsfehlers wird man hierbei Sternen von höherer Declination den Vorzug geben.

Hat man ein Fadenmikrometer, dessen Schraube genau untersucht ist, zur Verfügung, so lässt sich der Winkelwerth der Schraube des AIRY'schen Mikrometers durch Ausmessung der Entfernungen, in welche der bewegliche Faden in Bezug auf die festen Faden gebracht wird, für beliebige Intervalle bestimmen. Dieser Weg ist nicht nur kürzer, sondern auch mit Rücksicht darauf, dass der Winkelwerth der Schraube des Fadenmikrometers meist aus einem grösseren Bogen ermittelt zu werden pflegt, sicherer. Man kann hierbei von dem Umstand Nutzen ziehen, dass das Object bei dem AIRY'schen Mikrometer ausserhalb der Linsen liegt, und daher, wenn keine anderen Hindernisse sind, das Doppelbildmikrometer unmittelbar an Stelle des Mikrometeroculars setzen. Dieses Verfahren wurde von KAISER eingeschlagen, war aber direct nur bei den beiden schwächsten Vergrösserungen anwendbar; für die anderen stärkeren Oculare wurden die beiden Mikrometer an zwei Fernröhren angebracht, die mit den Objectiven auf einander gerichtet waren. Um die Abhängigkeit des auf diese Weise ermittelten Winkelwerthes von der Grösse des ausgemessenen Bogens zu zeigen, mögen hier die Werthe angeführt werden, welche KAISER für die Vergrösserung 278 am 7zölligen Refractor von MERZ erhielt.

Abgelesene Entfernung u	Winkelwerth für eine Umdrehung
16·85	7″·608
7·09	·567
6·00	·534
5·00	·503
4·02	·471
2·04	·390

Aehnliche Unterschiede wurden auch bei den übrigen Vergrösserungen gefunden, und es schien hiernach der Winkelwerth mit der Grösse der gemessenen Entfernung (bis etwa 10^u) merklich zu wachsen. Indessen durfte dieser Schluss nicht ohne Weiteres aus den auf die angegebene Weise angestellten Beobachtungen gezogen werden; denn wie schon an anderer Stelle erwähnt wurde, konnte das Vorhandensein eines constanten Beobachtungsfehlers auch ohne jede

Distorsion dieselbe Erscheinung hervorrufen. Ist es daher schon aus diesem Grunde nothwendig, bei der Bestimmung des Winkelwerthes sich nicht auf eine einzelne Methode zu beschränken, so machen sich noch andere Gründe dafür geltend. Auch hier werden die Reductionselemente am vortheilhaftesten aus solchen Messungen ermittelt, die mit den anzustellenden Beobachtungen nahe gleichartig sind. Da das AIRY'sche Mikrometer vornehmlich für die Ausmessung der Dimensionen von Planetenscheiben und für Doppelsternbeobachtungen geeignet ist, so wird man seine Untersuchung auch vorzugsweise auf Beobachtungen dieser Art gründen müssen. KAISER benutzte dazu künstliche Scheiben und Doppelsterne, deren anguläre Werthe durch lineare Ausmessung ihrer Durchmesser und Abstände und Bestimmung der Entfernung vom Fernrohr auf das schärfste abgeleitet waren. Auf diesem Wege überzeugte er sich, dass nach den drei von ihm angewandten Methoden der Winkelwerth der Schraube sich mit der Grösse des Bogens veränderlich erwies und sein analytischer Ausdruck die Einführung selbst eines quadratischen Gliedes erforderte. Zugleich ergab sich mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die indirecten Messungen mittelst des Fadenmikrometers durch einen constanten Fehler entstellt waren, und dass die daraus gefundenen Abweichungen nahe zur Hälfte diesem Einflusse, im Uebrigen der Distorsion zugeschrieben werden mussten. Aber auch dann blieb letztere noch sehr bedeutend; für die zweitstärkste Vergrösserung fand sich der Winkelwerth für Distanzen zwischen $0''$ und $75''$ $= 7''{\cdot}4587 + 0''{\cdot}023719\,u - 0''{\cdot}0005616\,u^2$, so dass ohne Berücksichtigung der Verzerrung eine Distanz von $52''$ mit einem Fehler von $1''$ behaftet gewesen sein würde, wenn eine Distanz innerhalb e i n e r Umdrehung richtig gefunden wurde. Für die Messung von Scheiben erhielt KAISER für dieselbe Vergrösserung den (bis etwa 7^R gültigen) Ausdruck: $7''{\cdot}466 + 0''{\cdot}0176\,u$, im Ganzen etwas kleiner, was vielleicht darin seine Ursache hat, dass die Bilder im Fernrohr niemals vollkommen scharf sind und vom Beobachter eher zu gross als zu klein gemessen werden, übrigens auch durch die Beugung des Lichtes etwas vergrössert sein können.

Bestimmung des Nullpunktes des Positionskreises.

Um den Nullpunkt des Positionskreises, d. i. die Ablesung zu bestimmen, bei welcher die Trennung der Bilder in der Richtung des Stundenkreises geschieht hat AIRY folgendes Verfahren angewandt. Die schon früher erwähnte zweite Ocularröhre, welche im Brennpunkt der dem Auge nächsten Linse einen dicken (auch ohne künstliche Beleuchtung sichtbaren) Metallfaden enthält, wird an Stelle der gewöhnlichen eingesetzt und so lange gedreht, bis die Trennungsrichtung der Bilder dem Faden genau parallel ist. Man erreicht dies leicht, wenn man nach angenäherter Einstellung einen Stern in das Gesichtsfeld bringt und bei gehendem Uhrwerk die Ocularröhre dreht, bis das Sternbild während des Hin- und Herschraubens der beweglichen Hälfte auf dem Faden bleibt. Hierauf wird das Uhrwerk gehemmt und nunmehr der g a n z e Apparat gedreht, bis der Stern bei seiner täglichen Bewegung genau auf dem Faden läuft oder — in höheren Declinationen — in gleichen Entfernungen von der Mitte vom Faden bisecirt wird. Ist dies erreicht, so ist offenbar die Richtung des Fadens und folglich auch die Trennungsrichtung der täglichen Bewegung parallel und die Ablesung des Kreises $+ 90°$ entspricht dem gesuchten Polpunkt. Da bei diesem Verfahren das Bild des Sterns möglichst weit ausserhalb der Mitte des Feldes beobachtet werden muss, dasselbe hier aber schon sehr unscharf ist, so hat KAISER

eine andere Methode angegeben, welche von diesem Mangel frei ist. Die Röhre wird statt mit einem Metallfaden mit zwei auf einander senkrechten Spinnenfäden versehen und so eingesetzt, dass die Fäden einen Winkel von nahe 45° mit der täglichen Bewegung einschliessen. Zugleich werden die Linsenhälften auseinander geschraubt, jedoch nicht weiter, als es die Schärfe der Bilder in der Mitte des Gesichtsfeldes zulässt. Man dreht nun den beweglichen Theil des Mikrometers so lange hin und her, bis die tägliche Bewegung die beiden Bilder desselben Sterns genau durch den Kreuzungspunkt der Fäden führt. Da der letztere durch die Drehung im Allgemeinen etwas versetzt wird und das Fernrohr von neuem in Declination eingestellt werden muss, so kann man nur durch wiederholte Versuche zum Ziel gelangen, aber das Verfahren ist sicher und verdient namentlich für grössere Distanzen den Vorzug. Es braucht kaum hinzugefügt zu werden, dass die gefundene Richtung in beiden Fällen dem scheinbaren Parallel entspricht und die Verbesserung der Beobachtungen wegen der Strahlenbrechung ganz in der Weise ausgeführt wird, wie dies bei dem Positionsmikrometer auseinandergesetzt worden ist.

Berücksichtigung der Phase bei Durchmesserbestimmungen.

Es mögen hier noch die Ausdrücke angeführt werden, welche zur Berücksichtigung der Phase bei Durchmesserbestimmungen dienen. Ist der durch Auseinanderschrauben der beiden Hälften bis zur äusseren Berührung der Bilder in dem Positionswinkel p gefundene Durchmesser σ, so ist nach BESSEL[1])

$$\sigma = 2a' \sqrt{1 - sin^2 \epsilon \, cos^2 \pi (1 - cos^2 (\pi - w) sin^2 \tfrac{1}{2} d)},$$

wo π aus der Gleichnng bestimmt wird

$$tang\, \pi = cos\, \epsilon \; tang\, (p - P)$$

und die übrigen Buchstaben die frühere Bedeutung (pag. 167 ff.) haben. Mittelst dieses Ausdruckes kann man den in einer beliebigen Richtung gemessenen Durchmesser von der Phase befreien; insbesondere hat man für den polaren Durchmesser wegen $p - P = 0$ und $\pi = 0$

$$\sigma = 2a' cos\, \epsilon \, (1 - cos^2 w \, sin^2 \tfrac{1}{2} d),$$

oder als Verbesserungsfactor des gemessenen Polardurchmessers

$$\frac{1}{1 - cos^2 w \, sin^2 \tfrac{1}{2} d}$$

und für den äquatorealen Durchmesser wegen $p - P = \pi = 90°$

$$\sigma = 2a'(1 - sin^2 w \, sin^2 \tfrac{1}{2} d),$$

oder als Verbesserungsfactor des gemessenen Aequatorealdurchmessers

$$\frac{1}{1 - sin^2 w \, sin^2 \tfrac{1}{2} d}.$$

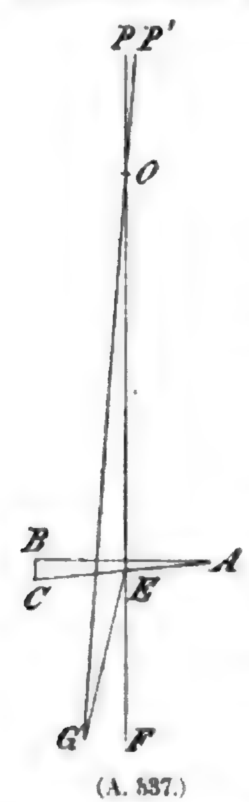
MASKELYNE's Prismenmikrometer.

Das unter diesem Namen construirte Mikrometer beruht auf der Verdoppelung des Bildes mittelst eines Prismas, welches zwischen Objectiv und Ocular in veränderlichem Abstand so eingeschaltet wird, dass ein Theil der Strahlen durch Brechung von ihrem Wege abgelenkt wird und an einer anderen Stelle der Hauptbrennebene (oder genauer einer derselben sehr nahe gelegenen Ebene) zur Vereinigung gelangt.

---

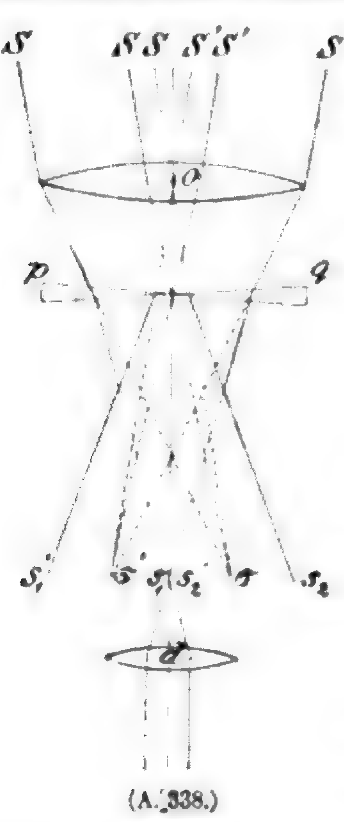
[1]) F. W. BESSEL, Ueber die scheinbare Figur einer unvollständig erleuchteten Planetenscheibe. Astr. Unters. Bd. I. (ENGELMANN, Abh. Bd. I.)

Ist in Fig. 337 O der optische Mittelpunkt des Objectivs, PO die Achse eines senkrecht auf das Objectiv fallenden Strahlenbüschels, F der Vereinigungspunkt der durch das Prisma nicht hindurchgegangenen Strahlen, G der Vereinigungspunkt der abgelenkten Strahlen, und wird der brechende Winkel BAC mit γ, der Winkel FOG mit δ, die Brennweite des Objectivs mit F, der Abstand EF mit f bezeichnet, so ist, vorausgesetzt, dass γ hinreichend klein, $\delta = \frac{(n-1)\gamma f}{F}$. Variirt man demnach den Abstand f, bis dass das abgelenkte Bild eines Objectes P mit dem directen Bild eines zweiten Objectes P' zur Deckung gelangt, so ist die scheinbare Distanz der beiden Objecte $\delta = C \cdot f$, wo C eine für dasselbe Fernrohr und dasselbe Prisma constante Grösse ist, deren Werth leicht durch Beobachtung bestimmt werden kann. Der grösste auf diese Weise messbare Winkel beträgt nahe $\frac{1}{2}\gamma$.



(A. 337.)

Statt eines einzelnen Prismas, welches einen Theil der Strahlen auffängt, kann man auch zwei Prismen in entgegengesetzten Lagen einschalten, in der Weise, dass die einfallenden Strahlen zu einem Theil durch das eine Prisma nach der einen, zum anderen durch das zweite Prisma nach der entgegengesetzten Seite abgelenkt werden. Von dieser Art war die mikrometrische Vorrichtung, welche P. DOLLOND 1776 für MASKELYNE verfertigte[1]); die beiden Prismen waren in Grösse dem Durchmesser des Objectives eines $2\frac{1}{2}$füssigen achromatischen Fernrohrs gleich und berührten sich mit den brechenden Kanten (s. Fig. 338). Die von einem Objecte S kommenden Strahlen, welche durch das Prisma p gehen, vereinigen sich in s_1, diejenigen, welche durch das Prisma q abgelenkt werden in s_2, und entsprechend werden von dem Objecte S' Bilder in s_1' und s_2' entworfen, je von den Strahlen, welche das Prisma p oder q passiren; mit σ und σ' sind die Orte der Bilder bezeichnet, welche ohne Ablenkung durch die Prismen erzeugt werden. Durch Bewegung des prismatischen Apparates in der Richtung der optischen Achse werden die Bilder s_1 und s_2' zur Deckung gebracht, und aus der an einer Scala ablesbaren Stellung der Prismen kann dann in ähnlicher Weise wie oben die scheinbare Distanz der beiden Objecte abgeleitet werden. Die von MASKELYNE zuerst benutzten Prismen wurden bald hernach, um die Farbenzerstreuung zu vermeiden, durch achromatische ersetzt, und zwar kamen zwei Sätze zur Anwendung, der eine diente für grosse Winkel, zur Bestimmung der Durchmesser von Sonne und Mond, der Entfernung der Hörnerspitzen bei Finsternissen u. s. w., der andere mit kleinerem brechenden Winkel war für Winkel bis zu einer Minute, insbesondere für die Messung von Planetenscheiben bestimmt. Es war dies schon deshalb nothwendig, weil bei zu grosser Annäherung an den Focus ein erheblicher Theil des an sich schon kleinen Querschnittes des Lichtkegels an der Stelle, wo die Prismen zusammenstiessen, ver-



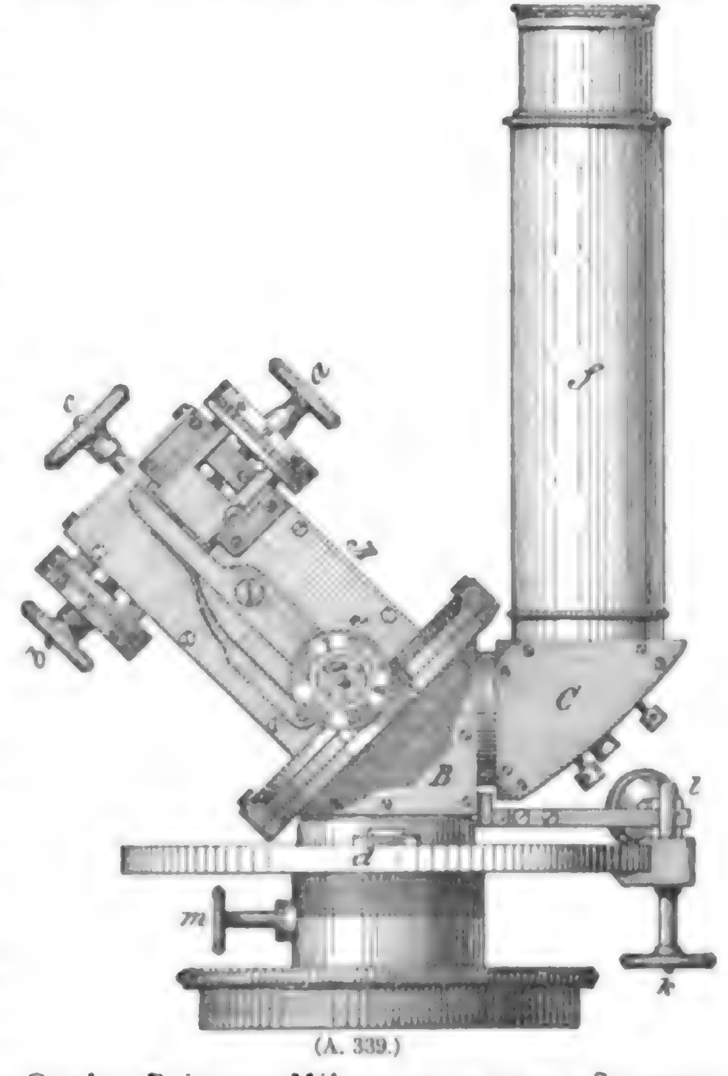
(A. 338.)

[1]) Philosophical Transactions of the Royal Society of London 1777.

loren ging. Anstatt den Abstand der Bilder durch die Verschiebung der Prismen längs der Fernrohrachse zu ändern, machte BOSCOVICH[1]) den Vorschlag, innerhalb des Fernrohres (oder auch unmittelbar vor dem Objectiv) ein Doppelprisma anzubringen in Form von zwei achromatischen Prismen von gleicher Brechung, von denen das eine auf dem anderen um messbare Winkel gedreht werden konnte, so dass die Ablenkung sich zwischen den Grenzen 0 und dem doppelten Betrag der Brechung jedes einzelnen Prismas bewegten. Ausserdem sollte die Bewegung in der Richtung der optischen Achse beibehalten werden, um kleinere Aenderungen in der Entfernung der Bilder hervorbringen zu können. Weder dieser Vorschlag, noch auch das MASKELYNE'sche Mikrometer ist für die mikrometrischen Messungen von Bedeutung geworden.

STEINHEIL's Ocular-Prismen-Mikrometer.

Bei dem von C. A. v. STEINHEIL construirten Doppelbildmikrometer[2]) werden die doppelten Bilder durch Reflection an spiegelnden Flächen erzeugt, welche gegen einander geneigt werden können; als solche dienen die Hypothenusenflächen von total reflectirenden Prismen. Der Apparat ist in Fig. 339 dargestellt. In dem Gehäuse *A* befinden sich am unteren Ende und in den gleichgeformten prismatischen Raum *B* eintretend zwei rechtwinklige Prismen, die neben einander gestellt sind und, das eine durch die Schraube *a*, das andere durch die auf der entgegengesetzten Seite liegende Schraube *b* um eine auf der Ebene der Zeichnung senkrechte Achse gedreht werden können. Der Betrag der Drehung wird auf den getheilten Trommeln und für die ganzen Revolutionen an kleinen Scalen, von denen die eine in der Figur sichtbar ist, abgelesen. Die von einem Punkte der Focalebene des Fernrohrs ausgehenden Strahlen werden durch eine unmittelbar unter den Prismen befindliche Linse von etwa 10 *cm* Brennweite parallel gemacht, an den Hypothenusenflächen total reflectirt und treten nach einer nochmaligen Reflection in dem total reflectirenden Prisma *C* in das Fernrohr *f*; hier entstehen zwei Bilder, deren Abstand genähert proportional ist der Neigung, welche die spiegelnden Flächen der beiden Prismen mit einander machen. Die Lichtbüschel bleiben, wie v. STEINHEIL besonders



(A. 339.)

Ocular-Prismen-Mikrometer von v. STEINHEIL.

[1]) Phil. Transactions 1777.

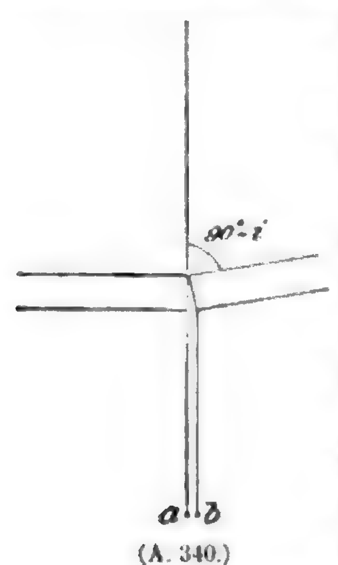
[2]) Astr. Nachr. Bd. 26. – Siehe auch Central-Zeitung für Optik und Mechanik. VI. Jahrg.

hervorhebt, centrisch bei allen Winkeln, welche die spiegelnden Flächen mit einander bilden, und die verschiedene Entfernung derselben von der Bildebene hat keinen Einfluss auf die Güte der Bilder, die ohne Parallaxe erscheinen. Der Schlüssel bei *c* dient dazu, um die Stellung der Prismen senkrecht zur Spiegelungsebene um ein geringes zu ändern und ein centrales Durcheinandergehen der Bilder zu bewirken. *d* ist der Positionskreis, welcher an zwei Nonien auf Minuten abgelesen werden kann, Klemme und Feinbewegung sind bei *k* und *i* sichtbar. Durch die Drehung beider Prismen wird nicht nur die Grenze der messbaren Winkel hinausgeschoben, sondern auch die Elimination der periodischen Fehler ermöglicht. Zur Aenderung der relativen Helligkeit der Bilder kann mittelst der Schraube *g* der obere Theil *A* auf der kreisförmigen Platte zwischen zwei Führungsleisten verschoben werden; was hierbei dem einen Bild an Helligkeit entzogen wird, wird dem anderen zugelegt. Der ganze Apparat kann um die Fernrohrachse gedreht und durch die Schraube *m* festgestellt werden.

Es ist klar, dass der Durchgang des Lichts durch die vielen Medien und die wiederholten Spiegelungen eine starke Verminderung der Helligkeit erzeugen muss und der Apparat daher nur auf hellere Objecte anwendbar ist. Dagegen scheinen andere gegen ihn geltend gemachte Nachtheile, viel falsches Licht, Unbeständigkeit des Nullpunktes und ungenügende Empfindlichkeit mehr der jeweiligen Ausführung, als dem zu Grunde gelegten Princip zur Last gelegt werden zu müssen.

CLAUSEN's Mikrometer.

Im Jahre 1841 schlug TH. CLAUSEN in Dorpat[1]) vor, zur Erzeugung der doppelten Bilder eine durchschnittene planparallele Glasplatte zu benutzen, welche zwischen dem Objectiv und seinem Focus eingeschaltet wird, und deren eine Hälfte beständig senkrecht zur optischen Achse bleibt, während die andere um die Schnittlinie als Achse drehbar eingerichtet ist. Ein in der Richtung der optischen Achse befindlicher leuchtender Punkt wird dadurch in zwei Punkten abgebildet werden, im Punkte *a* durch die Strahlen, welche durch die auf der Achse senkrechte Glashälfte hindurchgehen, und im Punkte *b* durch die Strahlen, welche die andere um den Winkel *i* gegen jene geneigte Hälfte passiren. Der Abstand *ab* ist, wie eine einfache Rechnung ergiebt, $= \frac{h}{\cos i'} \sin(i - i')$, wenn $\sin i' = \frac{\sin i}{n}$, *n* der Brechungsindex des Glases und *h* die Dicke der Platte sind. Ferner ist der Abstand der Bildebene von dem zweiten Knotenpunkt $f' = f + \delta f$, wo f die Brennweite und δf sehr nahe $= \frac{n-1}{n} h$; mithin wird der Winkel, unter welchem die Strecke *ab* vom zweiten Knotenpunkt des Objectivs erscheint:



(A. 340.)

$$d = \frac{h}{f' \sin 1''} \sin(i - i') \sec i' = C \sin(i - i') \sec i'.$$

Die Anwendung ist sogleich ersichtlich: befände sich z. B. in *a* oder in der Nähe von *a* das Bild einer Planetenscheibe, so würde aus der halben Differenz der Neigungswinkel, bei denen das bewegliche Bild das feste auf der einen und auf der anderen Seite berührt, der Winkel *i* und aus diesem nach Berechnung von *i'* der scheinbare Durchmesser, d. i. *d* folgen, wenn die Grösse *C* ander-

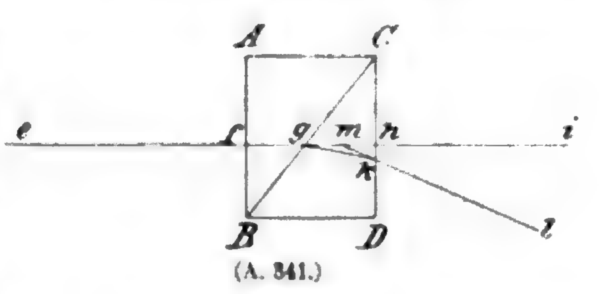
[1]) Astr. Nachrichten Bd. 18.

weitig bekannt ist. Die letztere wird am sichersten aus der Messung bekannter Distanzen ermittelt, bei welcher Untersuchung auch dem Einfluss der Temperatur Rechnung getragen werden muss. Ein fast gleicher Vorschlag und nur durch die weniger zweckmässige Anordnung, dass nur eine drehbare Glasplatte angewandt werden sollte, welche die Hälfte des Strahlenkegels auffing, von der CLAUSEN'schen Construction verschieden, wurde von BADEN-POWELL[1]) gemacht, und zum dritten Mal wurde der Plan eines solchen Mikrometers (in der letzteren Form) von SECCHI[2]) im Jahre 1855 besprochen, welcher offenbar die früheren Vorschläge nicht gekannt hat. Abgesehen von den Versuchen, die SECCHI mit einem vorläufig hergestellten Apparat angestellt hat und über die er sich sehr günstig äussert (Resultate sind nicht angeführt), scheint auch dieses Mikrometer kaum zur Ausführung oder erfolgreichen Benutzung gelangt zu sein. Es verdient aber erwähnt zu werden, dass dasselbe Princip von v. HELMHOLTZ zur Construction des Ophthalmometers[3]) verwendet worden ist, eines Instrumentes, welches zur Messung der Grössenverhältnisse des Augapfels dient, aber auch für manche andere Zwecke, unter anderen z. B. zur genauen Messung des Durchmessers des Ocularkreises eines Fernrohres mit Vortheil benutzt werden kann.

Mikrometer mit doppelt brechenden Krystallen.

ROCHON's Mikrometer.

Unter den Mikrometern, welche auf der Doppelbrechung des Lichtes in Krystallen beruhen, ist in erster Linie der sinnreichen mikrometrischen Vorrichtung von ROCHON zu gedenken. Zwei rechtwinklige Prismen (s. Fig. 341) sind aus Bergkrystall mit gleichen brechenden Winkeln derart geschnitten, dass in dem einen *ABC* die optische Krystallachse senkrecht auf der Seitenfläche *AB* steht, während sie in dem anderen *BCD* mit der brechenden Kante parallel läuft; die



(A. 341.)

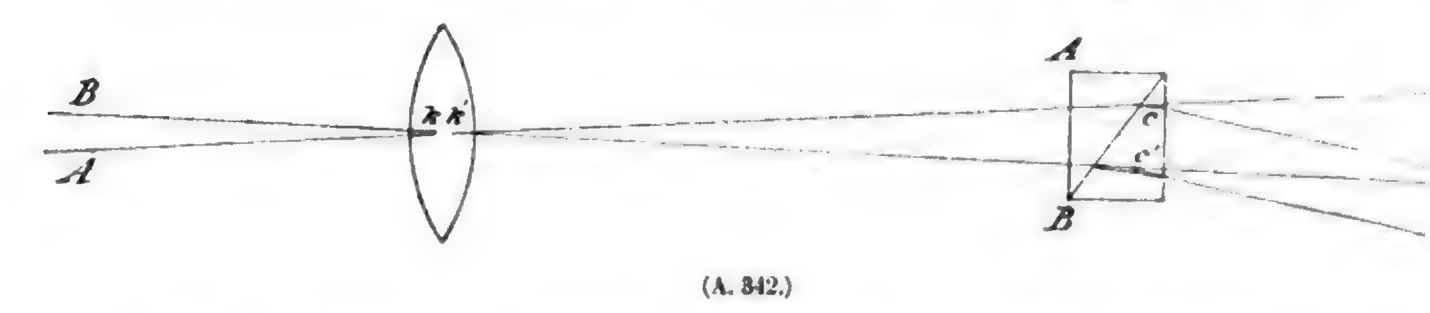
beiden Prismen sind mit ihren Hypothenusenflächen vermittelst Canadabalsam an einander gekittet und bilden ein einziges rechtwinkliges Parallcliped. Nach den Gesetzen der Doppelbrechung wird daher ein senkrecht auf die Fläche *AB* auffallender Lichtstrahl *ef* das erste Prisma ungebrochen durchsetzen und an der Trennungsfläche in *g* in zwei Strahlen zerlegt werden, von denen der eine, der ordentliche Strahl, parallel mit dem auffallenden Strahl austritt, der andere oder der ausserordentliche Strahl dagegen in einer Ebene, welche auf der brechenden Kante senkrecht steht und demnach hier mit der Ebene der Zeichnung zusammenfällt, von der ursprünglichen Richtung abgelenkt wird und den Weg *gkl* nimmt. Dasselbe findet statt, wenn ein Strahl nahe senkrecht auf *AB* auffällt; der ordentliche Strahl bewahrt seine ursprüngliche Richtung, der ausserordentliche wird in der bezeichneten Ebene um einen

[1]) Sitzung der Royal Astronomical Society London 1845 Dec. 12 (L'Institut Tome XIV).

[2]) Comptes Rendus 1855 II. Sem.

[3]) Dasselbe ist im wesentlichen ein Fernrohr, zum Sehen auf kurze Distanzen eingerichtet, vor dessen Objectivglase neben einander zwei Glasplatten stehen, so dass die eine Hälfte des Objectivglases durch die eine, die andere durch die andere Platte sieht. Die beiden Platten drehen sich nach entgegengesetzten Seiten (H. v. HELMHOLTZ, Handbuch der physiologischen Optik).

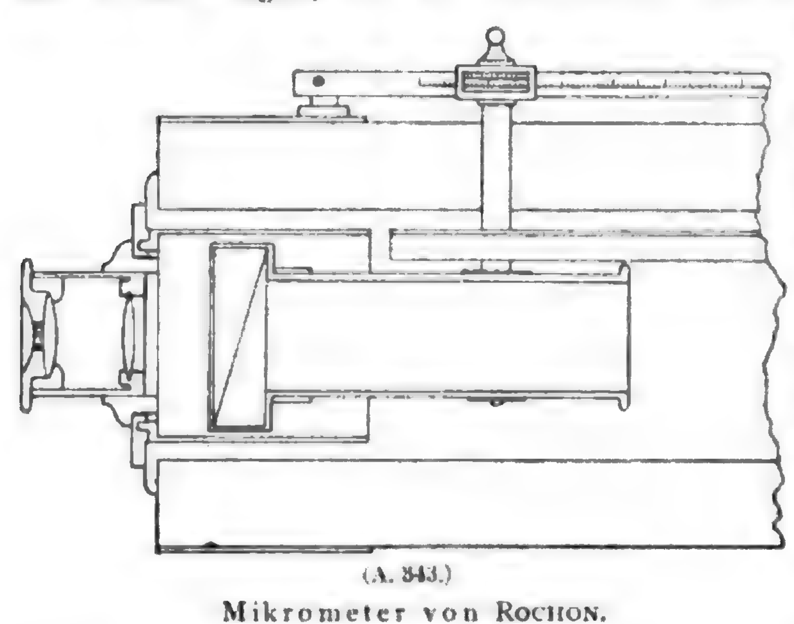
nahezu constanten Winkel abgelenkt. Bringt man ein solches Prisma in den vom Objectiv eines Fernrohrs ausgehenden Strahlenkegel, so dass die optische Achse annähernd senkrecht auf der Prismenfläche AB steht (Fig. 342), so werden



(A. 342.)

von einem Objecte, z. B. einer Planetenscheibe in der Vereinigungsebene der Strahlen zwei Bilder entstehen; das eine ab, gebildet durch die ordentlichen Strahlen, das andere $a'b'$ durch die ausserordentlichen Strahlen. Die Entfernung der Bilder von einander ist eine Function einerseits der Grösse der Ablenkung des Prismas und andererseits des Abstandes des Convergenzpunktes der ordentlichen und ausserordentlichen Strahlen von der Brennebene; da jene eine constante Grösse ist, so kann man folglich durch Aenderung dieses Abstandes die Bilder mit ihren ungleichnamigen Rändern zur Berührnung bringen und aus der Lage des Prismas ihre scheinbare Grösse berechnen.

Auf diese Weise lassen sich alle Winkel messen, welche zwischen 0 und dem Winkel liegen, den die ordentlichen und ausserordentlichen Strahlen beim Verlassen des Prismas einschliessen. Was die Beziehung zwischen der Stellung des Prismas bei der Berührung der Bilder und dem zu messenden Winkel angeht, so sei F die Hauptbrennweite des Objectives, f der Abstand der Punkte c von der Hauptbrennebene, wenn a' mit b zusammenfällt, δ der Ablenkungswinkel $aca' = bc'b'$, x der gesuchte Winkel $BkA = ak'b$, dann ist $x = \frac{f}{F} \cdot \delta$.



(A. 343.)
Mikrometer von ROCHON.

Bezeichnet nun m die Ablesung der Scala, welche die Stellung des Prismas angiebt, und m_0 den Indexfehler, mithin $f = m - m_0$ und setzt man $\frac{\delta}{F} = k$ und $-\frac{\delta}{F} m_0 = k_0$, so wird $x = km + k_0$, wobei F in Theilen der Scala ausgedrückt gedacht wird. Die beiden Grössen k und k_0 können aus mindestens zwei Objecten von bekannter Winkelgrösse bestimmt werden, doch müssen eingehendere Untersuchungen entscheiden, ob und in wie weit sie als constant angesehen werden dürfen. In jedem Falle liegt eine Schwäche des Apparates darin, dass der Nullpunkt nicht eliminirt werden kann.

Das ROCHON'sche Mikrometer (s. Fig. 343) ist von ARAGO auf der Pariser Sternwarte zu zahlreichen Messungen der Planetenscheiben benutzt worden. Dasselbe war zu diesem Zweck mit einem Fernrohr von 162 mm Oeffnung und einer

Brennweite von 2·350 *m* verbunden. Zur Bestimmung der beiden Constanten dienten weisse und schwarze Kreise und Streifen auf schwarzem bezw. weissem Papier, welche an einem Fenster des Palais Luxembourg angebracht waren und deren Winkelwerthe der Beobachter aus ihrer linearen Grösse und der Entfernung der Station abgeleitet hatte. Im Mittel aus mehreren Messungen ergab sich $m_0 = 75^p{\cdot}78$; da aber bei der Entfernung von 1306·9 *m* die Vereinigungsweite 2·35506 *m* betrug, so mussten zur Reduction auf ∞ noch 5·06 *mm*, oder da 1 *mm* = 1·77315 Theilen der Scala war, $8^p{\cdot}97$ zu dem gefundenen Werthe addirt werden, so dass für unendliche Entfernung der Nullpunkt bei $84^p{\cdot}75$ lag; ferner ergaben dieselben Beobachtungen $12^p{\cdot}979 = 1''$. Als Beispiel der Anwendung diene eine Beobachtung ARAGO's am 13. November 1810. ARAGO maass an diesem Tage kurz vor Untergang der Venus die Distanz der beiden Hörnerspitzen, indem er durch Drehung des Mikrometers zuerst die Hörnerlinien in eine Gerade und hierauf die Bilder in Berührung brachte. Aus 8 Einstellungen, welche die Ablesungen 568, 561, 555, 543, 550, 553, 545, 540 ergaben, folgte im Mittel $551^p{\cdot}88$ und hieraus in Verbindung mit den obigen Constanten

$$\frac{551{\cdot}88 - 84{\cdot}75}{12{\cdot}979} = 35''{\cdot}99$$

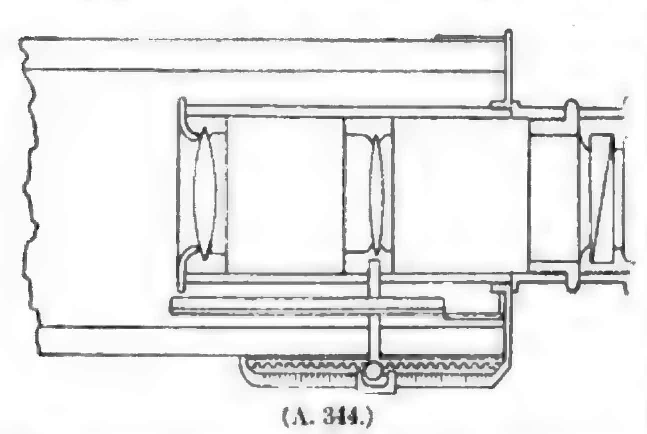
(entsprechend einer Entfernung des Planeten von der Erde = *num log* 9·6764). In der obigen Bezeichnung würde $k_0 = -6''{\cdot}53$ und $k = \frac{1}{12{\cdot}979}$ sein; die Ablenkung δ betrug bei dem angewandten Prisma 321''.

Bei dem häufigen Gebrauch, den ARAGO von dem ROCHON'schen Mikrometer gemacht hat, konnten ihm auch seine Mängel nicht entgehen. Er hebt insbesondere deren zwei hervor; einmal war die Achromasie für beide Bilder nicht gleich vollkommen und zweitens wurden, wenn das Prisma bei der Bestimmung des Indexfehlers der Scala oder bei der Messung sehr kleiner Winkel dem Ocular sehr nahe gebracht werden musste, die geringsten Fehler innerhalb des Krystalles oder im Schliff der Flächen erheblich vergrössert. Diese Mängel des ROCHON'schen Mikrometers haben ARAGO Anlass zu anderen Constructionen gegeben, die man indessen kaum als Verbesserungen bezeichnen kann; denn wenn auch die genannten Unvollkommenheiten dabei vermieden sind, so sind andere Nachtheile und Unbequemlichkeiten dafür eingetauscht worden, welche ihre dauernde Einführung in die astronomische Praxis ausgeschlossen haben. Indessen verdienen sie, weil ARAGO selbst sie benutzt hat und auch aus geschichtlichem Interesse, hier erwähnt zu werden. Bei dem

Mikrometer mit veränderlicher Vergrösserung von ARAGO

ist ein sehr dünnes achromatisches Bergkrystallprisma vor das Ocular gesetzt, an die Stelle, wo man bei Sonnenbeobachtungen das Blendglas anzubringen pflegt, und der Contact der beiden Bilder wird dadurch hervorgebracht, dass der Abstand der beiden Linsen des zusammengesetzten Oculars und dadurch die Vergrösserung des Fernrohrs geändert wird. Man erhält daher unmittelbar die scheinbare Grösse des Objectes, wenn man den unveränderlichen Winkel der Doppelbrechung des Krystalles durch die Vergrösserung dividirt, bei welcher die Bilder einander berühren. Um den gegenseitigen Abstand der beiden Linsen zu ändern, ist die dem Auge zunächst befindliche Linse mittelst einer gezahnten

Stange (s. Fig. 344) verschiebbar gemacht, und ihr jeweiliger Stand kann an einer Scala abgelesen werden. Die Vergrösserung muss in Function dieser Ablesung durch besondere Versuche bestimmt werden. In dem 11. Bande der von BARRAL herausgegebenen Werke ARAGO's finden sich einige Messungen des Marsdurchmessers, welche mit einem derartigen Mikrometer angestellt sind. So wurden am 23. September 1815 die beiden Bilder der Marsscheibe in der Richtung des polaren Durchmessers zur Berührung gebracht und die Ablesung der Scala ergab dafür 67·50. Da die Vergrösserung des Fernrohrs bei dieser Stellung der beweglichen Linse 102·50 und der Winkel der Doppelbrechung bei dem angewandten Prisma 2173″ betrug, so berechnet sich der polare Durchmesser der Marsscheibe zu $\frac{2173}{102{\cdot}50} = 21''{\cdot}20$, ein Werth, welcher nach den Rechnungen von HARTWIG[1]) wegen der Phase noch um 0″·27 vergrössert werden muss und dem *log* der Entfernung 9·6478 entspricht. Abgesehen von der Umständlichkeit des Verfahrens, insofern bei jeder Aenderung im Abstand der beiden Linsen eine neue und scharfe Berichtigung des Focus erforderlich wird, hat das ARAGO'sche Mikrometer den grossen Nachtheil, dass gerade diejenige Grösse, von welcher die Aufhebung der chromatischen und sphärischen Aberration wesentlich abhängt, veränderlich gemacht wird, und dass mithin die Berührung der beiden Bilder meist nur auf Kosten ihrer Schärfe hergestellt werden kann. Auch muss die Vergrösserung in ihrer Abhängigkeit von der Stellung der ersten Linse sehr genau bekannt sein; ein Fehler von 1§ würde im obigen Beispiel bereits einen Fehler von 0″·2 erzeugen. Ueberdies ist das ganze Verfahren unausführbar, wenn man sich einfacher Oculare und sehr starker Vergrösserungen bedienen will. Diese offenbaren Schwächen haben ARAGO noch zu einer anderen Construction veranlasst, welche zum Unterschied von der vorigen als



(A. 344.)
Mikrometer mit veränderlicher Vergrösserung von ARAGO.

Ocularmikrometer mit constanter Vergrösserung von ARAGO

bezeichnet wird. Wie aus diesem Namen hervorgeht, verbleiben hier die Linsen in demselben, den Bedingungen für die Achromasie und der möglichsten Verminderung der Kugelabweichung entsprechenden gegenseitigen Abstand, und auch das Prisma behält seine Stelle zwischen Ocular und Auge bei. Um aber die beiden Bilder eines Objectes in allen Fällen mit einander in Berührung bringen zu können, wird das Vorhandensein einer grossen Anzahl von Prismen vorausgesetzt, welche ein wenig breiter als die Pupille des Auges sind und Ablenkungen von den kleinsten Beträgen an bis zu den grössten geben, so dass die Winkel der einzelnen aufeinander folgenden Prismen sich kaum um 30 und selbst nur um 15 Secunden unterscheiden. Diese Prismen werden immer in grösserer Zahl (7) in einem Schieber befestigt, der sich vor dem Ocular auf- und abbewegen lässt, und dasjenige Prisma wird vom Beobachter ausgesucht, bei welchem die beiden Bilder einander berühren; der Quotient aus der

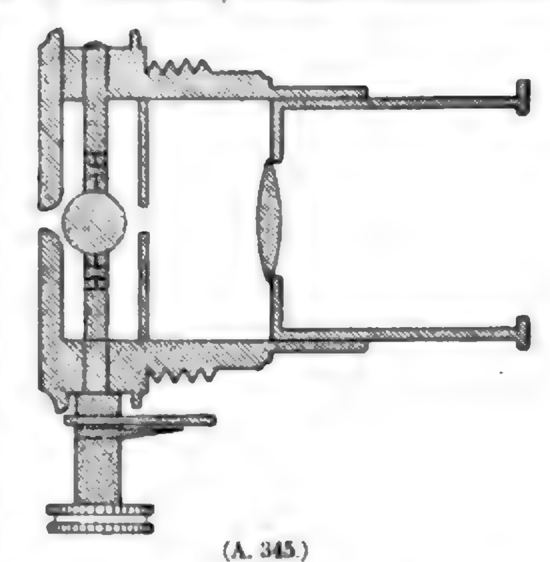
[1]) E. HARTWIG, Untersuchungen über die Durchmesser der Planeten Venus und Mars. Public. d. Astr. Ges. XV.

für dasselbe geltenden Winkel der Doppelbrechung und der für dasselbe Ocular constant bleibenden Vergrösserung ist die scheinbare Grösse des Objectes. Da die Prismen hinsichtlich der Ablenkung zwar in kleinen Stufen aber nothwendig discontinuirlich einander folgen, so kann der Fall eintreten, dass das eine Prisma die Bilder nicht hinreichend von einander trennt, das nächstfolgende sie aber zu weit auseinander rückt; das Mittel der aus beiden Prismen berechneten Werthe bleibt dann um höchstens $\frac{i}{2v}$ unsicher, wenn i das Intervall zwischen den beiden Brechungen und v die Vergrösserung bezeichnet, für $i = 15''$ und $v = 200$ also um $0''\cdot 04$.

Mit Recht aber fragt HANKEL[1]), »welche übergrosse Menge von derartigen Prismen wäre nothwendig, um nur die Ausdehnung der gewöhnlich vorkommenden Planetendurchmesser oder des gegenseitigen Abstandes bei den Doppelsternen zu umfassen? Um nur bis zu einer Bogenminute messen zu können (so gross erscheint etwa Venus in der unteren Conjunction), wären schon mehr als achthundert Prismen von der beschriebenen Art erforderlich.«

Doppelbildmikrometer von G. DOLLOND.

Ein sehr einfaches und sinnreiches, und für kleine Winkel recht brauchbares Mikrometer ist das Doppelbildmikrometer von G. DOLLOND, dessen Construction aus Fig. 345 ersichtlich ist. Die erste Linse des zweitheiligen Oculars ist eine Kugel aus Bergkrystall, welche sich um eine auf der optischen Achse des Fernrohres senkrechte Achse drehen lässt. Die Kugel ist so gelagert, dass ihre krystallische Hauptachse in einer auf der Umdrehungsachse senkrechten Ebene liegt. Steht die Hauptachse parallel der optischen Achse oder senkrecht auf ihr, so ist das Bild einfach, dagegen wird dasselbe verdoppelt, wenn beide Achsen einen Winkel zwischen 0° und 90° einschliessen und das Maximum der Entfernung tritt bei 45° ein. Um dem Sehfeld eine grössere Ausdehnung zu geben, ist zwischen Kugel und Hauptbrennpunkt des Objectives eine convergente (biconvexe) Linse eingeschaltet; zugleich kann durch Aenderung des Abstandes derselben von der Kugel die Vergrösserung geändert werden. Letzteres Verfahren ist aus denselben Gründen, welche gegen das ARAGO'sche Mikrometer angeführt sind, zu verwerfen, und es dürfte zweckmässiger sein, an Stelle einer Linse mehrere (von verschiedener Brennweite) bereit zu haben, welche ausgetauscht und in bestimmten Abständen in die Ocularröhre eingesetzt werden können.


(A. 345.)
Doppelbildmikrometer von G. DOLLOND.

DAWES hat bei seinen Doppelsternmessungen[2]) mehrfachen Gebrauch von diesem einfachen Apparate gemacht, und lobt die ausgezeichneten Bilder, welche die beiden von ihm benutzten Mikrometer gaben; freilich war ihre Anwendung in enge Grenzen eingeschlossen, die grösste messbare Distanz betrug für eine

[1]) W. G. HANKEL, Populäre Astronomie von FRANZ ARAGO, Bd. II, pag. 164.

[2]) W. R. DAWES, Catalogue of Micrometrical measurements of Double Stars. Memoirs of the Royal Astronomical Society, Vol. XXXV.

Vergrösserung von 100 etwa 13″ bis 14″ und wurde, da sie im umgekehrten Verhältniss zur Vergrösserung steht, sehr klein, wenn das Mikrometer mit einem Fernrohr von grosser Brennweite verbunden wurde. Nach den empirischen Untersuchungen von DAWES hat die Distanz der Bilder den einfachen Ausdruck $d = r \sin 2\vartheta$, worin r die Maximalamplitude für die Focallänge des Fernrohres und ϑ den Drehungswinkel bezeichnet, gezählt von der Stellung der Krystallachse aus, in welcher die Bilder sich decken. Man eliminirt letztere, wenn man zwei Einstellungen auf beiden Seiten des Nullpunktes oder noch besser vier Einstellungen, je eine in jedem Quadranten mit einander verbindet. Ist der Apparat mit einem Positionskreis versehen, so können auch Positionswinkel gemessen werden.

Mikrometer von V. WELLMANN.

Es ist an anderer Stelle erwähnt worden, in welcher Weise ein doppelt brechendes Prisma, welches vor das Ocular eines Fernrohres gesetzt wird, durch Drehung um die Gesichtslinie benutzt werden kann, um eine für die Untersuchung der Fehler einer Mikrometerschraube geeignete Distanz zwischen dem ordentlichen und dem ausserordentlichen Bilde eines Fadens herzustellen. Dasselbe Princip hat sich in der Folge auch als sehr brauchbar für Messungen am Himmel erwiesen. O. LOHSE in Potsdam hat davon bei der Opposition des Mars 1883—84 und in den folgenden Jahren Anwendung gemacht, um den Positionswinkel eines der beiden Polflecke zu messen; er brachte vor dem Ocular ein Kalkspathprisma an, welches durch Aufkitten eines Glaskeils achromatisch gemacht worden war, und stellte durch Drehung am Positionskreis des Fadenmikrometers die Mittelpunkte der beiden Bilder des Planeten und des Polfleckes in eine gerade Linie. Zur Bestimmung des Nullpunktes wurde das Prisma gedreht, bis das Bild eines der täglichen Bewegung parallel gestellten Fadens einfach erschien. Einen nicht nur für Richtungsbeobachtungen, sondern auch für Distanzmessungen geeigneten Apparat hat hernach V. WELLMANN (1889) construirt. Derselbe hat im wesentlichen folgende Anordnung. Das Ocular, vor welchem sich in fester Verbindung das doppelt brechende Prisma (anfänglich ein ROCHON'sches) befindet, ist in eine kreisförmige Scheibe eingeschraubt, welche innerhalb eines Kreises drehbar ist und deren relativer Stand mittelst zweier an ihr befestigter Nonien auf der Kreistheilung abgelesen werden kann. Der Kreis, welcher ein Fadenkreuz trägt, kann seinerseits um die Fernrohrachse gedreht werden und nimmt hierbei auch die Scheibe sammt Ocular und Prisma mit; zur Bestimmung des Drehungswinkels dienen zwei Nonien, die an dem Fernrohr befestigt sind. Um beim Drehen der inneren Kreisscheibe ein Mitnehmen des Kreises zu verhüten, ist eine Klemmvorrichtung zur Feststellung des letzteren vorgesehen.

Tafel IV zeigt das Mikrometer in Verbindung mit dem 9-zölligen Refractor der Berliner Sternwarte und zwar in der Form, welche es nach mannigfachen Versuchen und Erfahrungen von V. KNORRE, V. WELLMANN und M. BRENDEL durch C. REICHEL in Berlin erhalten hat. Die Drehung von Ocular und Prisma gegen den Positionskreis geschieht durch Anfassen des gerieften Randes *g*, während der Kreis an seinem Umfang gedreht wird. Die Röhre *r* dient zur Aufnahme der verschiedenen Oculare, vor deren jedes das Prisma angeschraubt werden kann; sie wird mit Hülfe eines Bajonettverschlusses auf den kuppelförmigen Ansatz *k* aufgesetzt und durch zwei mit den Anziehstiften *a* versehene Schrauben festgeklemmt. Das Ocular kann mittelst der Schraube *s* in einer bestimmten Entfernung vom Fadennetz festgestellt werden; eine an der Ocularröhre angebrachte Scala dient dabei zur Controlle. Das Beobachtungsverfahren

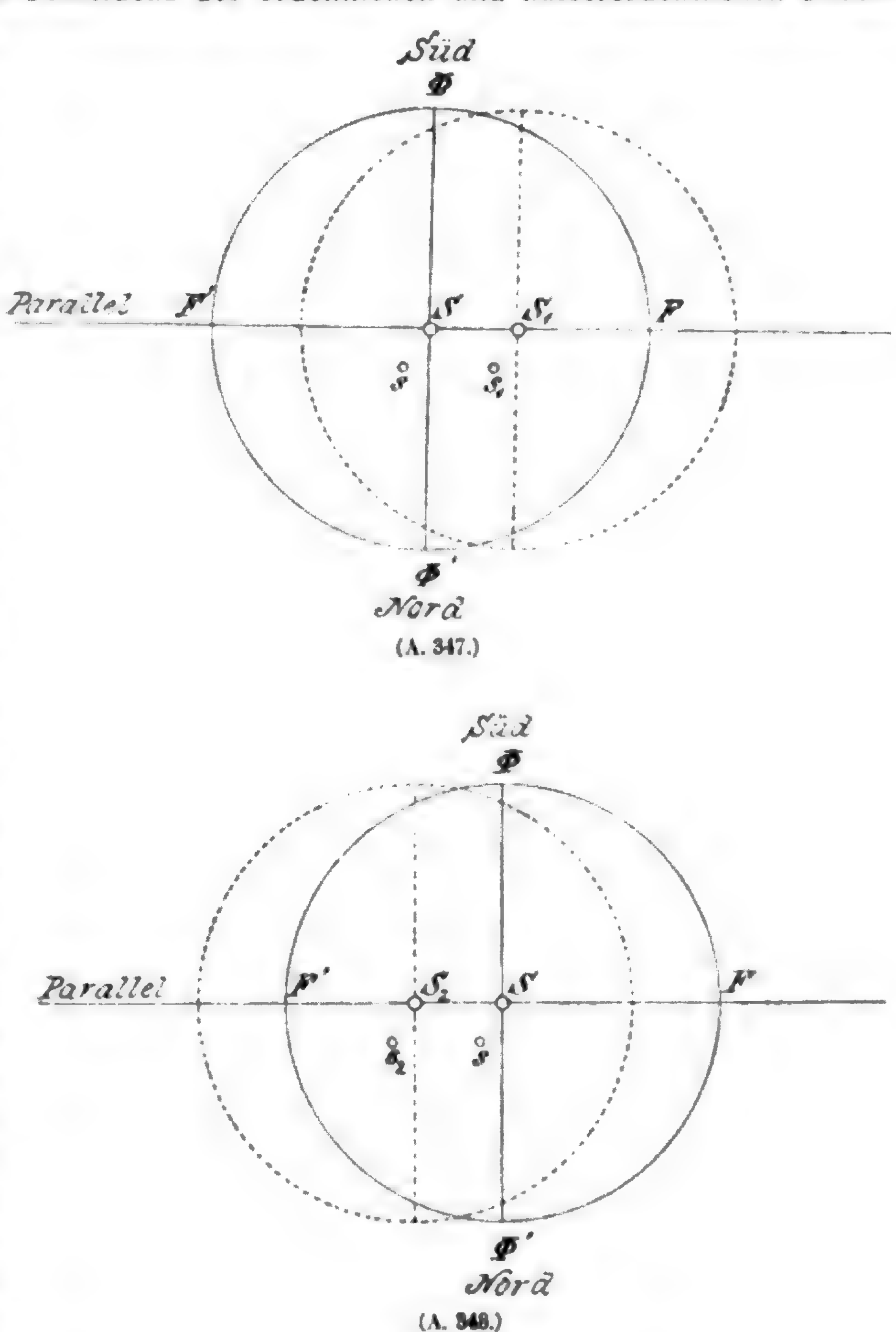
Tafel IV



Doppelbildmikrometer nach V. WELLMANN
(Berliner Sternwarte)
(A. 346.)

Verlag von EDUARD TREWENDT

wird am besten an der Hand der nachstehenden Figuren 347—350 erörtert, wobei wir der von KNORRE gegebenen klaren Darstellung[1]) folgen. Zunächst muss man sich daran erinnern, dass bei Drehung des Prismas die ausserordentlichen Bilder aller Punkte des Gesichtsfeldes Kreise von nahe gleichen Radien um die zugehörigen ordentlichen Bilder beschreiben. Das ausserordentliche Bild eines Fadens bleibt daher stets parallel dem ordentlichen, und wenn die beiden Bilder eines Fadens zusammenfallen, so haben die Bilder eines dazu senkrechten Fadens ihre grösste Elongation, welche durchweg mit μ bezeichnet werden möge. Das Beobachtungsobject sei nun ein Doppelstern Ss, dessen Positionswinkel und Distanz bestimmt werden sollen. Man bringe durch Drehung des Positionskreises den Faden FF' in den Parallel, und die Ablesung der äusseren Kreistheilung ergebe Pl; hierauf drehe man den inneren Kreis (Kreisscheibe) und suche die Ablesung C der inneren Kreistheilung, welche der Coincidenz des ordentlichen und ausserordentlichen Fadenbildes entspricht. Man kann sich hierbei der gewöhnlichen Methode bedienen, indem man die beiden Fadenbilder bis auf feine gleich breite Lichtlinien von der einen und von der anderen Seite aneinander bringt; nach BRENDEL würde man noch genauer verfahren, wenn man die Bilder soweit einander nähert, dass sie sich gerade berühren. An der Berührungsstelle vereinigen sie sich dann zu einer äusserst feinen, tiefschwarzen Linie, die sich sehr scharf abhebt und deren Auftreten ein sicheres Mass für den gleichen Abstand in den beiden entgegengesetzten Lagen abgiebt. Bringt man hierauf durch Bewegen des ganzen Fernrohres die hellere Componente S in den Durchschnittspunkt der ordent-

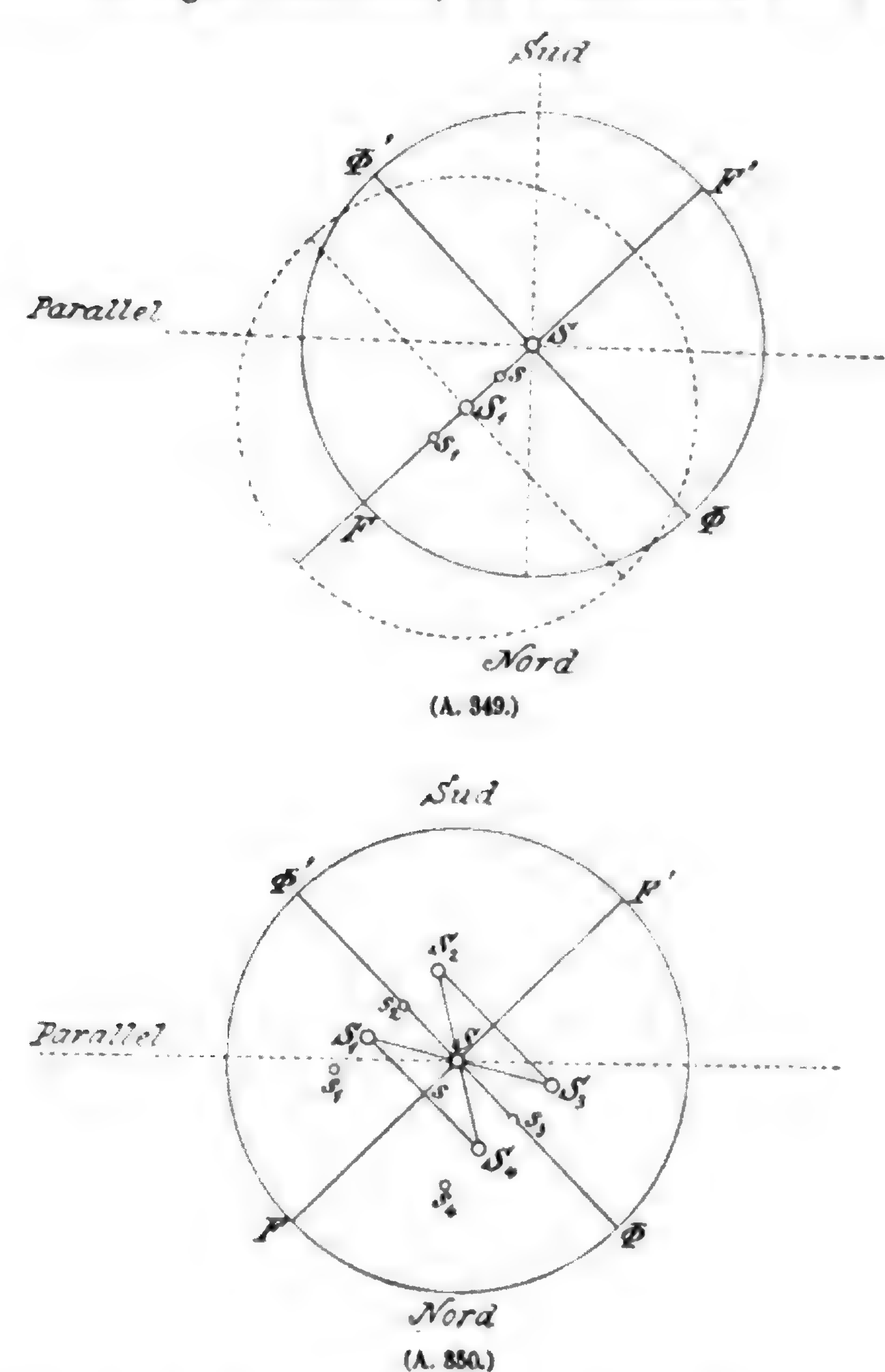


(A. 347.)

(A. 348.)

[1]) Beobachtungs-Ergebnisse der Königlichen Sternwarte zu Berlin, Heft No. 6.

lichen Bilder der auf einander senkrechten Fäden FF' und $\Phi\Phi'$, so wird sich das ausserordentliche Bild von S in dem Schnittpunkt von FF' und dem (in der Figur punktirt gezeichneten) ausserordentlichen Fadenbild $\Phi\Phi'$ befinden, in dem einen Falle rechts (Fig. 347), und nach Drehung des inneren Kreises um 180° links (Fig. 348); in derselben Weise wird das ausserordentliche Bild der zweiten Componente s verschoben. Nun drehe man den äusseren Kreis und mit ihm den inneren sammt Ocular und Prisma so lange, bis bei unveränderter Coincidenz der Faden FF' mit der Verbindungslinie der beiden Componenten S und s zusammenfällt, wie es in der Fig. 349 dargestellt ist. Es fallen dann auch die ausserordentlichen Bilder und mithin sämmtliche vier Bilder in dieselbe Gerade. Bezeichnet Π die dieser Stellung der Bilder entsprechende Ablesung des Kreises an den äusseren Nonien, so ist unter der Annahme, dass die Theilung im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers fortschreitet, der Positionswinkel $P = \Pi + 90 - Pl$. Ausser dem Zusammenfallen der vier Bilder in eine Gerade kann man auch mit grosser Sicherheit die 90° davon verschiedene Stellung beobachten, in der die vier Sternbilder ein Rechteck bilden und erlangt auf diese Weise während einer vollen Umdrehung des äusseren Kreises vier Bestimmungen der Grösse Π, oder noch besser acht, wenn man zur Vermeidung etwaiger Torsionen in jedem Quadranten die betreffende Stellung einmal durch Rechts- und ein zweites Mal durch Linksdrehung des Positionskreises herbeiführt.



(A. 349.)

(A. 350.)

Zur Bestimmung der Distanz wird der äussere Kreis auf den Mittelwerth Π eingestellt und festgeklemmt, und der innere Kreis gedreht, bis die Verbindungslinie $S_1 s$ (s. Fig. 350) parallel dem Faden $\Phi\Phi'$ und seinem ausserordentlichen Bilde wird; ist A_1 die zugehörige Ablesung an den beiden inneren Nonien, so ergiebt sich die Distanz aus

$$\Delta = \mu \cos (A_1 - C).$$

Man erhält aber sogleich noch drei weitere Bestimmungen, die nicht nur zur Erhöhung der Genauigkeit, sondern auch zur Elimination gewisser systematischer Fehler von Nutzen sind, wenn man den inneren Kreis weiter dreht, bis nach einander im 2. Quadranten s_2 und im 3. Quadranten s_3 auf den Faden $\Phi\Phi'$ treten und endlich im 4. Quadranten die Verbindungslinie $S_4 s$ demselben parallel wird. Die daraus hervorgehenden Werthe der Distanz sind, wenn die Ablesungen bezw. mit A_2 A_3 A_4 bezeichnet werden:

$$\begin{aligned} \Delta &= -\mu \cos A_2 - C \\ &= -\mu \cos A_3 - C \\ &= \mu \cos A_4 - C. \end{aligned}$$

Nun ist es sehr wichtig zu bemerken, und eben darin liegt ein characteristischer Zug des WELLMANN'schen Mikrometers, auf den zuerst KNORRE hingewiesen hat, dass es keineswegs nothwendig ist, die Sterne auf den Faden zu stellen und mit demselben zu biseciren; vielmehr kommt es nur darauf an, dass die Verbindungslinie der beiden ungleichnamigen Bilder dem Faden parallel wird, was man am besten ähnlich wie bei dem Fadenmikrometer beurtheilt, wenn man die Sterne durch einen leichten Druck auf das Fernrohr bald von der einen bald von der anderen Seite an den Faden heranbringt oder sie über den Faden streichen lasst. Störend ist hierbei der Umstand, welcher auch eine sichere Bisection verhindern würde, dass der Faden durch das ungleichnamige Bild des Sternes ausgelöscht wird, sobald dasselbe ihm sehr nahe kommt[1]); man ist daher genöthigt, den Verlauf des Fadens in der Nähe des Sternes aus den beiden sichtbaren Stücken zu ergänzen, was bei Beurtheilung der Parallelität mit genügender Sicherheit geschehen kann.

Was den Einfluss eines Fehlers, der in der Bestimmung der Coincidenz C und in der Einstellung des äusseren Kreises Π begangen wird, auf die Distanz angeht, so wird man den letzteren im allgemeinen ganz übergehen dürfen; denn ist die Einstellung um $\delta\Pi$ fehlerhaft, so wird statt der Distanz Δ die Grösse $\Delta \cos \delta\Pi$ gemessen, mithin ist der Fehler eine Grösse zweiter Ordnung in Bezug auf $\delta\Pi$, und, da auch Δ bei diesem Mikrometer stets ein kleine Grösse ist, als verschwindend anzusehen. Vereinigt man dann mit dem Coincidenzfehler δC die etwaige Abweichung ε des Winkels der beiden Fäden FF' und $\Phi\Phi'$ von einem Rechten, so gelangt man mit Beachtung, dass

$$\begin{aligned} A_2 - C &= 180 - (A_1 - C) + 2(\delta C + \varepsilon) \\ A_3 - C &= 180 + (A_1 - C) \\ A_4 - C &= 360 - (A_1 - C) + 2(\delta C + \varepsilon) \end{aligned}$$

und unter Vernachlässigung der Glieder zweiter Ordnung zu folgenden Gleichungen:

I. Quadrant	$\mu \cos(A_1 - C) = \Delta - \mu(\delta C + \varepsilon) \sin 1'' \sin(A_1 - C)$
II. „	$-\mu \cos(A_2 - C) = \Delta + \mu(\delta C + \varepsilon) \sin 1'' \sin(A_1 - C)$
III. „	$-\mu \cos(A_3 - C) = \Delta - \mu(\delta C + \varepsilon) \sin 1'' \sin(A_1 - C)$
IV. „	$\mu \cos(A_4 - C) = \Delta + \mu(\delta C + \varepsilon) \sin 1'' \sin(A_1 - C)$.

Dieselben lehren, dass die Fehler δC und ε eliminirt werden, wenn man zwei Beobachtungen in nebeneinander liegenden Quadranten combinirt; zugleich führen sie zu dem beachtenswerthen Schlusse, dass systematische Fehler in der Beurtheilung der Parallelität aus dem Mittel verschwinden, sofern dieselben

[1]) Die von den beiden ungleichnamigen Bildern von Stern und Faden ausgehenden Strahlen gelangen auf verschiedenen Wegen ins Auge, und man sieht sie beide gleichzeitig auf einander projicirt. (M. BRENDEL, Beob.-Ergebn. d. k. Sternwarte zu Berlin, H. No. 6, pag. 62).

in den einzelnen Quadranten in gleicher Richtung und gleichem Betrage auftreten. Es wird sich aber auch hier empfehlen, durch alle vier Quadranten zu messen und in jedem die Einstellung sowohl durch Rechts- als Linksdrehung auszuführen.

Hat man nur einen Faden zur Verfügung, so kann man auch diesen zur Distanzmessung benutzen, indem man den äusseren Kreis auf $\Pi + 90°$ einstellt und nach den Formeln rechnet:

$$\begin{array}{lll} \text{I. Quadrant} & \mu \sin(A_1 - C) = \Delta + \mu\,\delta C \sin 1'' \cos(A_1 - C) \\ \text{II.} \quad ,, & \mu \sin(A_2 - C) = \Delta - \mu\,\delta C \sin 1'' \cos(A_1 - C) \\ \text{III.} \quad ,, & -\mu \sin(A_3 - C) = \Delta + \mu\,\delta C \sin 1'' \cos(A_1 - C) \\ \text{IV.} \quad ,, & -\mu \sin(A_4 - C) = \Delta - \mu\,\delta C \sin 1'' \cos(A_1 - C) \end{array}$$

Beide Gleichungssysteme zusammen führen zur Kenntniss der Fehler δC und ε. Da ein Fehler in der Coincidenzstellung auch den Positionswinkel beeinflusst, — es sei denn, dass man denselben auf die übliche Weise nur mittelst der ordentlichen Bilder bestimmt, — so könnte der aus den Distanzmessungen gefundene Werth von δC zur Verbesserung des Positionswinkels benutzt werden. Weil es aber zweifelhaft ist, ob der aus den Distanzmessungen gefundene Betrag den Coincidenzfehler rein darstellt und nicht vielmehr ein Aggregat in demselben Sinne wirkender Fehler ist, so ist es wohl richtiger, von vornherein die Coincidenz scharf zu bestimmen und von jener Verbesserung ganz abzusehen. Uebrigens wird ein merklicher aus einer fehlerhaften Einstellung des inneren Kreises hervorgehender Fehler sich dadurch bemerkbar machen, dass die Gerade, auf welcher die vier Bilder liegen, dem Faden nicht mehr parallel ist.

Dasselbe Verfahren der Distanzmessung lässt sich auch auf die Bestimmung der Durchmesser von Planeten anwenden. Man stellt hier die beiden Bilder so zu einander, dass die inneren Tangenten derselben parallel zum Faden sind; geht man zugleich von verschiedenen Ablesungen des Positionskreises innerhalb eines einzigen Quadranten aus, so erhält man doppelt so viele Durchmesserbestimmungen, welche um dieselben Winkel wie jene Ablesungen von einander abstehen und sich über den ganzen Umkreis der Planetenscheibe vertheilen.

Handelt es sich um sehr enge Doppelsterne, deren Scheibchen übereinandergreifen, so wird die Beurtheilung der Lage ihrer Mittelpunkte sehr schwierig. Indem hinsichtlich der Einzelheiten auf die Darlegungen von Knorre a. a. O. verwiesen werden mag, sei hier nur bemerkt, dass die Distanz aus einem der beiden Ausdrücke

$$\Delta = D - (R + r)$$
$$\Delta = \frac{(4aA - s^2)(a + A)}{8aA}$$

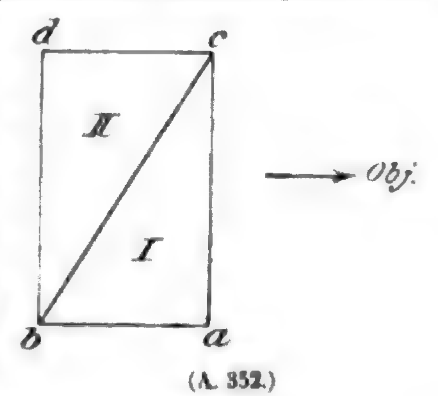
folgt, wenn (Fig. 351) in dem einem Falle die Grössen $D = ab$ und die beiden Radien R und r, im anderen Fall die gemeinschaftliche Sehne $s = de$ und die Strecken $ac = A$ und $bc = a$ durch Messung bestimmt werden.

(A. 351.)

Bevor wir in der Theorie des Mikrometers fortfahren, wollen wir an dieser Stelle kurz auf die Vorzüge eingehen, welche ihm innerhalb des freilich engen Bereiches seiner Anwendbarkeit gegenüber dem Fadenmikrometer zugestanden werden müssen. Der wesentlichste Vortheil, soweit es sich um die Distanzen handelt, ist, wie Knorre mit Recht hervorhebt, darin zu erblicken, dass

die Bisectionen durch Richtungsbeobachtungen ersetzt werden, welche bei einigermaassen unruhigen Bildern sehr viel leichter auszuführen sind, als die ersteren. »Sind die Objecte durch die gleichmässig auf beide wirkenden Wallungen der Luft unruhig bewegt, so wird dadurch, obschon die Bilder in Folge der Unruhe sich unablässig etwas mehr oder weniger vom Faden entfernen, die Richtung ihrer Verbindungslinie gar nicht geändert, und der Eindruck, den man von dem Richtungsunterschiede zwischen dieser Linie und dem Faden empfängt, gewiss nur sehr wenig beeinträchtigt. Man beobachtet daher diesen Parallelismus, bezogen auf ein einziges Lineargebilde, den Faden, mit grosser Ruhe und Sicherheit, und erhält die schärfste Controlle dafür in dem Augenblick, in welchem der Faden über beide Bilder streicht, während man bei der gewöhnlichen Distanz-Einstellung mit dem Fadenmikrometer Abstandsunterschiede von zwei verschiedenen Lineargebilden zu schätzen hat.« Dies stimmt auch mit den Erfahrungen der hervorragendsten Doppelsternbeobachter überein, insofern mit dem Schraubenmikrometer wenigstens innerhalb der vier ersten Ordnungen (nach W. STRUVE) der Positionswinkel genauer gemessen wird, als die Distanz. Und da überdies auch die systematischen Fehler unter der oben angeführten Voraussetzung aus der vollständigen Distanzmessung herausfallen, so wird man nach dieser Richtung dem WELLMANN'schen Mikrometer gewiss einen Vorzug einräumen dürfen. Auch hinsichtlich der Positionswinkel haben die Untersuchungen KNORRE's insofern ein sehr zufriedenstellendes Resultat ergeben, als die Messungen keine Spur einer Abhängigkeit von der Richtung zur Vertikalen gezeigt haben; es wird dies darauf zurückgeführt, dass man statt der gewöhnlichen Einstellung der Verbindungslinie beider Componenten parallel zum Faden zwei in jeder Stellung des Positionskreises nahezu parallel bleibende Verbindungslinien je zweier gleichnamigen Componenten zum Zusammenfallen in eine gerade Linie zu bringen hat, von welchen Componenten die beiden äussersten um $\mu + \Delta$ von einander abstehen. Auch ist dies mit gewissen Erfahrungen am Positionsmikrometer insofern in Einklang, als der systematische Fehler bei grösseren Distanzen (Ordn. IX nach W. STRUVE 32″—64″) unmerklich zu werden scheint. —

Die oben angeführten Formeln sind nicht ganz strenge, wenn man als doppelbrechendes Prisma ein solches, wie es gewöhnlich für physikalische Zwecke geschliffen wird, ein ROCHON'sches oder ein WOLLASTON'sches Prisma benutzt. Der Unterschied dieser beiden Prismen besteht bekanntlich darin, dass wenn Fig. 352 einen Durchschnitt senkrecht zu den brechenden Kanten darstellt, die Hauptachse in dem ersten, dem Objectiv zugekehrten Halbprisma bei ROCHON parallel zu *ab*, bei WOLLASTON dagegen parallel zu *ac* ist, während in dem zweiten Halb-Prisma die Hauptachse in beiden Fallen parallel zur brechenden Kante steht. Beide Prismen haben nun die Eigenschaft, dass, wenn man durch sie eine Gerade oder einen geradlinig verlaufenden Faden betrachtet, das ausserordentliche Bild im Allgemeinen nicht unerheblich gegen das ordentliche Bild geneigt ist. Ist m der absolute Brechungsindex für die ordentlichen Strahlen, n derselbe für die ausserordentlichen Strahlen (senkrecht zur Hauptachse), p der brechende Winkel, $k = \frac{n^2 - m^2}{n^2}$, $\varepsilon = \frac{k}{2} \tang^2 p$, so ist nach den Untersuchungen von BRENDEL die Tangente des Winkels, den die beiden Fadenbilder



(A. 352.)

mit einander einschliessen, bei dem Prisma von WOLLASTON $= \varepsilon \sin 2w$, bei dem ROCHON'schen Prisma $\frac{\varepsilon}{2} \sin 2w$, wo w den von der Coincidenzstellung aus gezählten Winkel $A - C$ bezeichnet. Die beiden Fadenbilder sind daher parallel, wenn sie coincidiren oder wenn sie ihren Maximalstand haben, und sie sind am meisten geneigt in den Zwischenlagen bei $w = 45°$, $135°$ u. s. w.

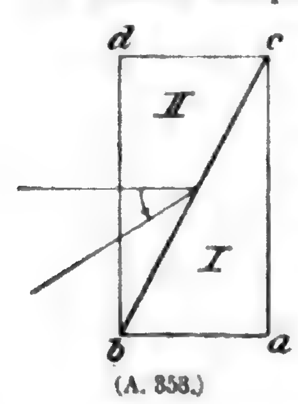
Um die Verhältnisse noch etwas besser zu übersehen, mögen hier nach BRENDEL die Werthe der Maximalneigung und des Productes aus der Maximalelongation und der Vergrösserungszahl des Fernrohrs für verschiedene brechende Winkel bei einem WOLLASTON'schen Prisma folgen; sie sind berechnet nach der genäherten Formel

$$\mu v = mk \tan g p \quad \text{mit} \quad \log m = 0{\cdot}1887 \quad \log k = 8{\cdot}0656 - 10$$

p	$arctang \cdot \varepsilon$	μv
10°	0'·6	11'
20	2·6	22
30	6·7	36
40	14·1	52
45	20·0	62
50	28·4	74
55	40·8	88
60	60·0	107

Für ein Prisma nach ROCHON beträgt, wie oben angegeben, bei gleichen brechenden Winkeln die Neigung nur die Hälfte dieser Zahlen; aber der Vortheil dieser Verminderung wird durch den doppelt so grossen Betrag des messbaren Winkels bei dem WOLLASTON'schen Prisma aufgewogen, um so mehr, als die Neigung, wie nachher ersichtlich werden wird, leicht berücksichtigt werden kann. Ueberdies ist die Maximalelongation schon an sich nicht gross, da man bei der Natur der dem Mikrometer zufallenden Aufgaben, vornehmlich Doppelsternmessungen, meist genöthigt ist, stärkere Vergrösserungen anzuwenden; bei einer Vergrösserung von 200 würde nach obigen Zahlen für $p = 45°$ μ nur $18''{\cdot}6$ betragen.

BRENDEL[1]) hat die Construction eines Prismas angegeben, welches von einer geraden Linie in jeder beliebigen Lage zwei einander parallele Bilder entwirft. Während die beiden Hauptachsen auch hier senkrecht zu einander stehen, ist die Hauptachse im ersten Halbprisma parallel der brechenden Kante, im zweiten dagegen parallel dem in Fig. 353 dargestellten Querschnitt; der brechende Winkel ist an die Bedingung geknüpft, dass er $\overline{\overline{<}}\, 35°{\cdot}3$ ist, und das Maximum des Winkelabstandes der beiden Bilder findet statt, wenn die Hauptachse im zweiten Halbprisma um 45° gegen dc (nach der brechenden Kante zu) geneigt ist. Dieses Maximum, dem ein brechender Winkel von $33°{\cdot}7$ zugehört, beträgt aber nur etwa 31', sodass bei Anwendung einer 200 fachen Vergrösserung der grösste messbare Winkel 9'' kaum überschreitet. Man könnte zwar erheblich stärkere Ablenkungen erlangen, wenn man das Prisma nicht aus Quarz, sondern aus Kalkspath herstellen würde, indessen sind solche Prismen gegenüber äusseren Einflüssen wenig haltbar und haben ausserdem den Nachtheil, dass die Bilder stärker gefärbt erscheinen.



(A. 358.)

[1]) BRENDEL a. a. O. pag. 50 ff.

Für das BRENDEL'sche Prisma wird die Gleichung zur Bestimmung der Distanz:

$$\Delta (1 + \varepsilon) = \pm (q + 2u) \cos (A - C) \left\} \begin{array}{l} \text{I. u. IV. Quadrant} \\ \text{II. u. III. } \quad " \end{array} \right. ,$$

oder wenn man denselben Faden, der zur Bestimmung des Positionswinkels dient, auch für die Distanzen anwendet und daher auf $\Pi + 90°$ einstellt:

$$\Delta (1 + \varepsilon) = \pm (q + 2u) \sin (A - C) \left\} \begin{array}{l} \text{I. u. II. Quadrant} \\ \text{III. u. IV. } \quad " \end{array} \right.$$

Hier ist q eine Grösse, welche durch die Constanten des Prismas, die Vergrösserungszahl des Fernrohrs und die Abstände des Prismas und der Bildebene vom Auge bestimmt wird; ferner ist

$$u = - \varepsilon (a \sin w + b \cos w + c)$$

wo, wie oben $w = A - C$, und a, b, c von der Centrirung des Prismas abhängen. Da letztere Grössen bei einigermassen sorgfältiger Justirung an sich sehr klein sein werden, so wird ihr Produkt mit ε, folglich auch u kaum berücksichtigt zu werden brauchen, und man wird daher in den meisten Fällen sich der einfachen Formel $\Delta = \pm \mu \cos(A - C)$ bezw. $\Delta = \pm \mu \sin(A - C)$ bedienen dürfen, wo nun abweichend von den anderen Prismen μ eine über das ganze Gesichtsfeld constante Grösse ist.

Wendet man ein WOLLASTON'sches Prisma an, so nehmen mit Berücksichtigung der oben erwähnten Neigung der Bilder, oder was auf dasselbe herauskommt, der Abhängigkeit von μ von dem Orte im Gesichtsfeld die Gleichungen zur Berechnung der Distanz nach BRENDEL folgende Gestalt an:

$$\begin{array}{ll} \text{Faden } \Phi_1 & \Delta = \{\pm \mu \pm \mu\varepsilon \cos 2w \pm 2\varepsilon X_0 \sin w\} \cos w \\ \quad " \quad \Phi_2 & = \{\pm \mu \mp \mu\varepsilon \cos 2w \pm 2\varepsilon X_0 \sin w\} \cos w \end{array} \left\} \begin{array}{l} \text{Ob. Z. I. u. IV. Quadr.} \\ \text{Unt. Z. II. u. III. } \quad " \end{array} \right.$$

oder wenn man sich des anderen Fadens bedient

$$\begin{array}{ll} \text{Faden } F_1 & \Delta = \{\pm \mu \mp \mu\varepsilon \cos 2w \pm 2\varepsilon Y_0 \cos w\} \sin w \\ \quad " \quad F_2 & = \{\pm \mu \pm \mu\varepsilon \cos 2w \pm 2\varepsilon Y_0 \cos w\} \sin w \end{array} \left\} \begin{array}{l} \text{Ob. Z. I. u. II. Quadr.} \\ \text{Unt. Z. III. u. IV. } \quad " \end{array} \right.$$

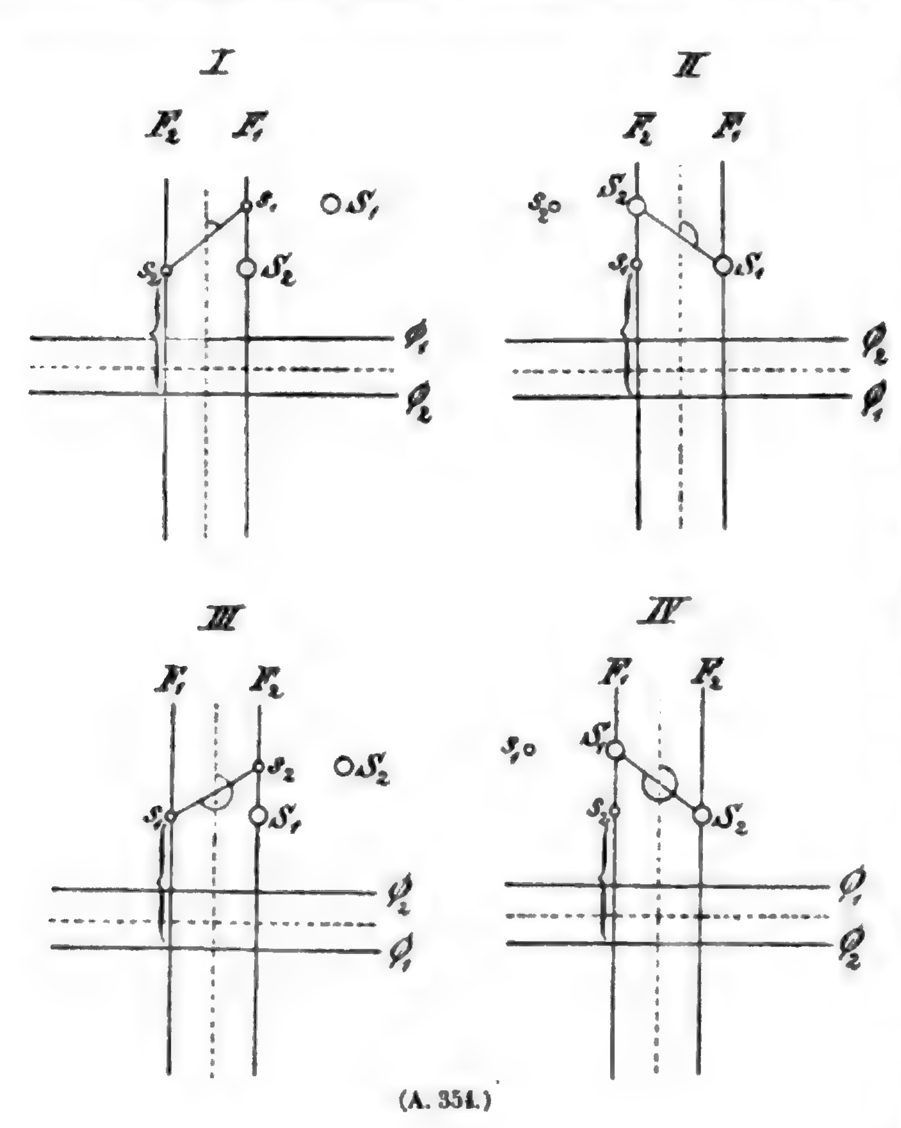
Da durch das WOLLASTON'sche Prisma kein Strahl ungebrochen durchgeht, so sind in diesem Falle die beiden ausserordentlichen Bilder des Fadens, welche man sieht, durch die Indices 1 und 2 unterschieden. $\mu = q + 2u$ ist eine ähnlich zusammengesetzte Function wie bei dem BRENDEL'schen Prisma, ferner bezeichnen X_0 und Y_0 die Abstände der ursprünglichen nicht sichtbaren Sternbilder von zwei rechtwinkligen Achsen, welche durch die unsichtbaren Fadenbilder Φ_0 und F_0 gebildet werden; man kann statt ihrer auch die Entfernungen der Bilder $s_1 S_1$ und $s_2 S_2$ von den gleichnamigen sichtbaren Fadenbildern setzen. Für die Unterscheidung der positiven und negativen Richtungen der Coordinatenachsen und für die Erkennung des Bildes 1 als desjenigen, welches — unter Voraussetzung eines positiven Krystalles wie Quarz — nach der brechenden Kante des dem Objectiv zugekehrten Prismas liegt, giebt BRENDEL folgende praktische Regel. Stellt man den das Fadenkreuz tragenden Kreis so, dass ein Faden vertical steht, und bezeichnet diesen mit F, den darauf senkrechten mit Φ, so bringe man am höchsten Punkt ein Zeichen (etwa $+y$ oder $+F$) an und rechts davon um nahe einen Quadranten abstehend ein zweites Zeichen ($+x$ oder $+\Phi$); man wird dann unmittelbar erkennen können, an welchem Faden die Beobachtung gemacht ist und welches Vorzeichen die Grössen X_0 und Y_0 erhalten. Man wähle ferner von den beiden Werthen der Coincidenz des

Fadens F: $\varphi = C$ und $\varphi = C + 180°$ denjenigen, für welche bei der obigen Stellung des äusseren Kreises für

$w = 45$ die beiden Fadenbilder F nach unten, Φ nach links convergiren,
$=135$ „ „ „ „ „ oben, „ „ „ „
$=225$ „ „ „ „ „ „ „ „ rechts „
$=315$ „ „ „ „ „ unten, „ „ „ „

und mache bei der Einstellung $w = 0$ oben am inneren Kreise eine Marke (+), dann wird durch diese die Richtung gekennzeichnet, in welcher ein für allemal das Bild 1 zu suchen ist. Uebrigens braucht man sich an diese Definitionen gar nicht strenge zu binden, die obigen Formeln bleiben immer gültig, wenn man ε stets positiv nimmt, falls die Convergenz der Fadenbilder in der obigen Weise statt hat, und negativ, wenn die Fäden in der entgegengesetzten Richtung convergiren.

Man kann aber von der Neigung der Fäden ganz absehen, wenn man die Beobachtungen in geeigneter Weise anordnet. Es geht zunächst aus den obigen Gleichungen hervor, dass das von $\mu\varepsilon$ abhängige Correctionsglied im Mittel aus zwei Einstellungen, von denen die eine mit dem Faden F_1 (bez Φ_1), die andere mit F_2 (Φ_2) gemacht ist, herausfällt. Führt man ferner dieselben Messungen nach einander in allen vier Quadranten aus (siehe das Schema Fig. 354), und achtet darauf, dass die Coordinaten X_0 bezw. Y_0 denselben Werth behalten, was durch Schätzung genügend sicher erkannt werden kann, so hebt sich im Mittel aus den vier Einstellungen auch das zweite Correctionsglied heraus. Da



(A. 354.)

$\mu = q + 2\varkappa = \mu_0 - 2a\varepsilon \sin w - 2b\varepsilon \cos w$, wenn $\mu_0 = q - 2c\varepsilon$ gesetzt wird, so wird bei guter Centrirung des Prismas die Reduction auch hier nach dem einfachen Ausdruck

$$\Delta = \mu_0 \left.\begin{matrix} \cos \\ \sin \end{matrix}\right\} w$$

ausgeführt werden können, falls man es nicht vorzieht, die einzelnen Messungen wegen des letzten Gliedes zu verbessern. Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass die Einstellungen nicht durch Bisectionen, wie es in der Figur dar-

gestellt ist, sondern durch paralleles Anvisiren an die Fadenbilder gemacht werden; befolgt man dabei zugleich die Regel, den inneren Kreis jedesmal in beiden Richtungen zu drehen, unter abwechselnder Benutzung des einen und des anderen Fadenbildes, so setzt sich eine vollständige Distanzmessung aus acht Visuren zusammen.

1. **Beispiel**: Beobachtung von ϵ' Lyrae (Σ 2382) $18^h 40^m 43^s + 39° 33'·3$ (91·0) $5^m·0$ $6^m·0$ 1891 Nov. 8 am 9-zölligen Fraunhofer der Berliner Sternwarte. Beob.: Knorre; Sternzeit $20^h 7^m$, Temp. innen $+4°·2$, aussen $+2°·4$; Vergrösserung 340 Focus 12·2; Prisma nach Brendel $\mu(340) = 5''·32$. Der Parallel wurde zu 84° 23', die Coincidenz zu 61° 58' gefunden.

Ferner ergab sich:

Quadrant	I	II	III	IV
Π links .	8° 32'	94° 24'	187° 33'	276° 39'
Π rechts .	8 40	96 18	188 34	276 37
Mittel	8 36	95 21	188 4	276 38

$\Pi_0 = 7° 10'$

$\Pi_0 + 90 = 97° 10'$
$Pl = 84 \ 23$
$P = 12 \ 47$

Einstellung des äusseren Kreises auf Π_0

A rechts .	116° 2'	187° 12'	294° 0'	8° 58'
A links .	113 44	188 58	295 28	9 12
A_0 . . .	114 53	188 5	294 44	9 5
$A_0 - C$.	52 55	126 7	232 46	307 7
$\log \cos(A_0 - C)$	9·7803	$9·7705_n$	$9·7818_n$	9·7806
$\log \mu \cos(A_0 - C)$	0·5062	$0·4964_n$	$0·5077_n$	0·5065
Δ	3''·21	3''·14	3''·22	3''·21

$$\left.\begin{aligned}\tfrac{1}{2}(\mathrm{I} + \mathrm{III}) &= 3·215\\ \tfrac{1}{2}(\mathrm{II} + \mathrm{IV}) &= 3·175\end{aligned}\right\} \Delta = 3''·19$$

Sehr unruhige Bilder.

2. **Beispiel**: Beobachtung von ζ Aquarii (Σ 2909) $22^h 23^m 9^s - 0° 35'·0$ (90·0) $4^m 4^m$, 1890 Oct. 29 am 9-zölligen Fraunhofer der Berliner Sternwarte. Beob.: Brendel; Vergrösserung 370, Ocularrohr 2·15; Wollaston'sches Prisma ($p = 45°$) $\mu_0 = 10''·02$, $C = 71° 12'$, P (Mittel) $= 324° 39'$, $\log \epsilon$ $7·765n$ (ϵ musste negativ genommen werden, weil die (+) Marke irrthümlicher Weise auf der falschen Seite angebracht war).

Faden	X_0	A	$w = A - C$	$\mu_0 \cos w$	$\pm \epsilon X_0 \sin 2w$	Δ	Stundenwinkel
Φ_2	+ 13''	183° 15'	112° 3'	3''·76	− 0''·05	3''·71	
Φ_1	+ 22	182 45	111 33	3·68	− 0·09	3·59	$+ 0^h·3$
Φ_1	+ 17	320 32	249 20	3·54	+ 0·07	3·61	
Φ_2	+ 12	319 41	248 29	3·68	+ 0·05	3·73	
Φ_1	+ 11	0 58	289 46	3·39	+ 0·04	3·43	+ 0·8
Φ_2	+ 23	1 55	290 43	3·54	+ 0·09	3·63	
Φ_1	+ 27	139 4	67 52	3·78	− 0·11	3·67	
Φ_2	+ 15	139 10	67 58	3·76	− 0·06	3·70	+ 1·0
			Mittel	3''·64	− 0·01	3''·63	

Für die einzelnen Quadranten wird:

	$\mu_0 \cos w$	Corr.	Δ
Quadrant II.	3″·72	— 0·07	3″·65
III.	3·61	+ 0·06	3·67
IV.	3·46	+ 0·07	3·53
I.	3·77	— 0·08	3·69

Durch die Berücksichtigung des Correctionsgliedes wird, wie diese Zahlen zeigen, die Uebereinstimmung der einzelnen Quadrantenwerthe wesentlich vergrössert; dagegen wird, wenn dasselbe ganz ausser Acht gelassen wird, der Mittelwerth um kaum 0″·01 geändert. Uebrigens bemerkt der Beobachter: Bilder äusserst unruhig. Die Beobachtung musste abgebrochen werden, da das Fernrohr durch heftige Windstösse bedenklich erschüttert wurde, so dass das Object um enorme Beträge im Gesichtsfeld hin- und herschwankte.

Abhängigkeit der Maximalelongation von der Temperatur und der Ocular-Stellung.

Eine besondere Untersuchung verdient die Abhängigkeit der Grösse μ von der Vergrösserungszahl des Fernrohres v. Als Quotient der Brennweiten von Objectiv und Ocular ist die Vergrösserung eine Function der Temperatur, und da μ umgekehrt proportional zu v, so wird die Aenderung, welche μ in dieser Beziehung erfährt, ausgedrückt durch die Gleichung $\frac{d\mu}{\mu} = \frac{df}{f} - \frac{dF}{F}$ worin f und F die Brennweiten von Ocular und Objectiv bezeichnen. Erfahrungsgemäss sind aber die Grössen auf der rechten Seite sehr klein, und da sie ausserdem einander entgegenwirken, so wird auch $d\mu$ als unmerklich angesehen werden dürfen.

Anders verhält es sich mit dem Einfluss, welcher aus der Einstellung des Oculars auf verschiedene Sehweiten hervorgeht. Hier zeigt eine nähere Untersuchung[1]), dass, wenn man den strengeren Ausdruck für die Vergrösserung eines Fernrohres $v = \frac{F}{f}\left(1 + \frac{f-e}{s}\right)$ berücksichtigt, worin s die deutliche Sehweite und e der Abstand des zweiten Hauptpunktes des Ocularsystems vom Knotenpunkt des Listing'schen reducirten Auges sind, der Werth von μ je mit der Sehweite, auf welche der Beobachter das Ocular einstellt, wächst oder abnimmt, und zwar um Beträge, die leicht bis zu merklichen Bruchtheilen von μ ansteigen können. Es ist daher unerlässlich, dass das Ocular unverändert in seiner Stellung verbleibt oder, da dies für verschiedene Augen nicht wohl angeht, dass die Aenderungen in der Ocularstellung an einer am Ocular angebrachten Scala sorgfältig verzeichnet und bei der definitiven Reduction in Rechnung gezogen werden. Man kann sich dabei meist auf die grössten Glieder beschränken und die Aenderung in μ nach dem Ausdruck berechnen

$$\frac{d\mu}{\mu} = \frac{f\,ds}{(s-e)(f+s-e)};$$

sicherer wird es indessen sein, wenn jeder Beobachter die Grösse μ seiner deutlichen Sehweite entsprechend bestimmt.

Uebrigens ist es bemerkenswerth, dass, so lange das Ocular selbst nicht verschoben wird, eine Veränderung der Stellung des Auges zu demselben ohne Einfluss auf μ ist.

[1]) Brendel, a. a. O., pag. 67.

Der Einfluss der Temperatur auf das Prisma ist von WELLMANN[1]) untersucht worden. Es kommt hierbei vornehmlich auf die Aenderungen der Brechungsindices und des brechenden Winkels an. Nimmt man jene für 1° C. zu

$$dm = -0{\cdot}00000537$$
$$dn = -0{\cdot}00000628$$

an, so wird

$$\frac{d\mu}{\mu} = -0{\cdot}00010\,t^{\circ}$$

ein Werth, der bei Sommer- und Winterbeobachtungen noch in Betracht kommen könnte.

Ganz unmerklich dagegen ist der Einfluss der Temperatur, soweit die Aenderung des brechenden Winkels in Frage kommt; am kleinsten bei dem Prisma nach BRENDEL, erreicht $\frac{d\mu}{\mu}$ auch bei dem Prisma von WOLLASTON für eine Aenderung von 50° C. noch nicht 0·0002.

Bestimmung der Maximalelongation.

Die Maximalelongation μ wird am leichtesten aus Durchgängen von Polsternen durch die zwei in das Maximum der Entfernung gestellten Fadenbilder bestimmt. Sind die in Sternzeit ausgedrückten Momente, zu denen die beiden Bilder eines Sterns die Bilder des auf der Richtung der täglichen Bewegung senkrecht stehenden Fadens (etwa F) passiren, bezw.

Zeit	Sternbild	Faden
ϑ_1	1	F_2
ϑ_2	{2 {1	F_2} F_1}
ϑ_3	2	F_1

so kann man die Bilder 1 und 2 als Componenten eines Doppelsterns auffassen und erhält aus den obigen Ausdrücken nach Substitution von $w = 90°$

$$\Delta = (\vartheta_2 - \vartheta_1)\cos\delta = \mu_0 - \mu_0\varepsilon - 2a\varepsilon \qquad \text{Faden } F_2$$

und ebenso

$$\Delta = (\vartheta_3 - \vartheta_2)\cos\delta = \mu_0 + \mu_0\varepsilon - 2a\varepsilon \qquad \text{Faden } F_1.$$

Für $w = 270°$ (Bild 2 voran) folgt

$$\Delta = (\vartheta_2 - \vartheta_1)\cos\delta = \mu_0 + \mu_0\varepsilon + 2a\varepsilon$$
$$\Delta = (\vartheta_3 - \vartheta_2)\cos\delta = \mu_0 - \mu_0\varepsilon + 2a\varepsilon$$

aus welchen Gleichungen μ_0 und ε, und die Grösse $2a\varepsilon$, falls sie überhaupt einen merklichen Werth hat, berechnet werden können.

Analog hat man bei Benutzung des Fadens Φ die Gleichungen:

Bild 1 voran ($w = 0°$):

$$(\vartheta_2 - \vartheta_1)\cos\delta = \mu_0 - \mu_0\varepsilon - 2b\varepsilon$$
$$(\vartheta_3 - \vartheta_2)\cos\delta = \mu_0 + \mu_0\varepsilon - 2b\varepsilon$$

Bild 2 voran ($w = 180°$):

$$(\vartheta_2 - \vartheta_1)\cos\delta = \mu_0 + \mu_0\varepsilon + 2b\varepsilon$$
$$(\vartheta_3 - \vartheta_2)\cos\delta = \mu_0 - \mu_0\varepsilon + 2b\varepsilon$$

aus denen sich μ_0, ε und $2b\varepsilon$ ergeben. Läuft der Stern in entgegengesetzter Richtung, so ist das Zeichen des Gliedes $\mu_0\varepsilon$ umzukehren. Da man die Grössen a und b nur in so weit zu kennen braucht, um sich über ihre ausreichende Kleinheit zu vergewissern, so wird man im allgemeinen zur Bestimmung der Grösse μ_0, auf die es schliesslich allein ankommt, die einfachere Gleichung benutzen

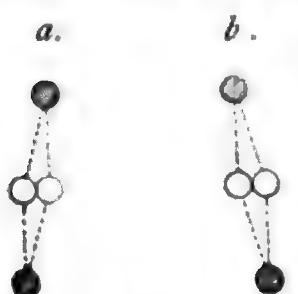
[1]) V. WELLMANN, Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Messungen mit doppelt brechenden Prismen und über die bei solchen Beobachtungen auftretenden achromatischen Abweichungen. Beobachtungs-Ergebnisse etc., Heft 6.

$$\frac{1}{2}(\vartheta_2 - \vartheta_1)\cos\delta = \mu_0$$

und die Beobachtungen gleichmässig über die beiden Lagen $w = 0°$ und $w = 180°$ für den einen Faden, $w = 90°$ und $w = 270°$ für den anderen Faden vertheilen. Es sei noch darauf aufmerksam gemacht, dass jede Beleuchtungsart, welche eine ungleiche Verschiebung der Fadenbilder oder ein verschiedenes Aussehen derselben erzeugt, peinlich vermieden werden muss.

Doppelbildmikrometer von G. BIGOURDAN.

Von G. BIGOURDAN rührt die Construction eines sehr einfachen Doppelbildmikrometers her, welches für die Messung von sehr kleinen Distanzen recht dienlich ist[1]) ist. Vor dem Ocular des Fernrohres werden zwei Bergkrystallprismen von gleicher Dicke angebracht, von denen das eine auf dem Ocular fest, das andere aber vor dem ersten in einer auf der optischen Achse senkrechten Ebene drehbar ist. Der Betrag der Drehung kann an einem kleinen Kreise abgelesen werden. Da jeder auf das erste Prisma auffallende Strahl in zwei senkrecht zu einander polarisirte Strahlen von gleicher Helligkeit zerlegt und jeder dieser Strahlen wiederum doppelt gebrochen wird, so sieht man im allgemeinen vier Bilder, zwei o' und e', welche von den aus dem ersten Prisma austretenden ordentlichen, und zwei o'' und e'', welche von den ausserordentlichen Strahlen stammen. Diese vier Bilder bilden eine Raute, in welcher je zwei ungleichnamige unter sich gleich helle Bilder einander gegenüber stehen, o' und e'' an den Endpunkten der einen, o'' und e' an den Endpunkten der anderen Diagonale. Dreht man nun das zweite Prisma, so drehen sich e' um o' und e'' um o'' um den gleichen Betrag; die Raute ändert ihre Form, behält aber ihre Seitenlänge bei. Bezeichnet man die letztere, d. i. den Abstand der Bilder o' und o'' mit a und den Winkel, welchen die Hauptschnitte der beiden Prismen mit einander machen, mit α, so wird der Abstand der Bilder auf der einen Diagonale $2a\cos\frac{1}{2}\alpha$ mit der Intensität eines jeden Bildes, bezogen auf die Intensität des ursprünglichen Bildes als Einheit gleich $\frac{1}{2}\cos^2\alpha$, und der Abstand der beiden anderen Bilder $2a\sin\frac{1}{2}\alpha$ mit der Intensität $\frac{1}{2}\sin^2\alpha$. Ist $\alpha = 0$, so verschwinden zwei Bilder und die Intensität der beiden übrigen, welche um $2a$ von einander abstehen, ist je $\frac{1}{2}$; für $\alpha = 180$ verschwinden dieselben beiden Bilder, und die anderen vereinigen sich durch Deckung zu einem einzigen Bilde mit der Intensität 1. Es ist nun sogleich ersichtlich, wie man mittelst dieser Vorrichtung eine in Bezug auf a kleine Grösse messen kann. Soll z. B. der Durchmesser eines Jupiterstrabanten bestimmt werden, so bringt man in der Nähe derjenigen Stellung des zweiten Prismas, wo nur ein Bild auftritt, die beiden gegenüberstehenden Bilder des Scheibchens zur Berührung, einmal von der einen und ein zweites Mal von der anderen Seite (Fig. 355a und b). Sind dann die Ablesungen des Kreises k' und k'', so ergiebt sich der Durchmesser aus dem Ausdruck:



(A. 355.)

$$d = 2a\sin\frac{k'' - k'}{4}$$

Da d in Bezug auf a nur klein sein soll, so wird die Helligkeit der beiden Bilder nicht merklich von $\frac{1}{2}$ abweichen und die Verhältnisse sind daher in dieser Hinsicht nicht ungünstiger.

---

[1]) G. BIGOURDAN, Nouveau micromètre à double image, particulièrement approprié à la mesure des petits diamètres. C. R. Tome CXXIII, No. 24.

als bei anderen Doppelbildmikrometern, während die Qualität der Bilder bei guter Ausführung der Prismen überhaupt keine Einbusse erleidet. Die Grösse a kann entweder aus der Doppelbrechung des Krystalles oder durch directe Bestimmung an Sternen oder mittelst eines Fadenmikrometers abgeleitet werden.

III. Interferenzmikrometer.

Die Genauigkeit, welche sich bei gewissen physikalischen Messungen mittelst der Interferenz der Lichtstrahlen erreichen lässt, hat A. MICHELSON[1]) auf den Gedanken gebracht, dieselbe zur Bestimmung kleiner Grössen am Himmel, z. B. des Durchmessers eines Satelliten, eines kleinen Planeten, oder auch der Distanz enger Doppelsterne zu benutzen. Bringt man vor die Oeffnung des Objectivs eines Fernrohres einen Schirm, welcher zwei parallele Spalte hat, und richtet es auf eine punktförmige Lichtquelle, so entsteht an Stelle des Bildes die FRAUNHOFER'sche Beugungserscheinung eines leuchtenden Punktes durch zwei Spalte, nämlich eine Reihe von Interferenzfransen oder besser gesagt Interferenzperlen, welche zur Spaltrichtung senkrecht ist[2]). Der Winkelabstand der einzelnen Perlen, gemessen vom zweiten Knotenpunkt des Objectivs, ist der Wellenlänge des Lichts direct und dem Abstand der beiden Spalte umgekehrt proportional. Ist das lichtaussendende Object nicht punktförmig, so tritt insofern eine Aenderung ein, als jetzt jeder Punkt desselben für sich dieselbe Erscheinung an benachbarten Punkten des Sehfeldes hervorruft und in Folge davon theilweise Superpositionen der einzelnen Interferenzbilder eintreten, welche die Reinheit der FRAUNHOFER'schen Erscheinung bei punktförmiger Lichtquelle verwischen. Das Auftreten der Interferenzerscheinung und ihr Verschwinden ist aber bei demselben Object eine periodische Function des Spaltabstandes; könnte man diese Maxima oder Minima der Undeutlichkeit genügend scharf auffassen, so würde sich der scheinbare Durchmesser des Objectes aus den linearen Abständen der Spalte und der Wellenlänge des ausgesandten Lichtes berechnen lassen. Nach den von MICHELSON (an künstlichen Objecten) gemachten Versuchen scheint es nun in der That, dass die Phase des Verschwindens oder des Minimums der Deutlichkeit mit einer relativ grossen Genauigkeit beobachtet werden kann und dass demnach die Interferenzmethode gerade in denjenigen Fällen, wo die übrigen Methoden wegen der Kleinheit des zu messenden Winkels versagen, zum Ziele führt.

Was den Zusammenhang zwischen dem Spaltabstande und der zu bestimmenden scheinbaren Grösse des Objectes angeht, so seien hier die folgenden beiden Fälle angeführt.

Das Object sei ein gleichförmig beleuchtetes kreisrundes Scheibchen mit dem scheinbaren Durchmesser d; bezeichnet dann λ die Wellenlänge des wirksamen Lichts, δ den Spaltabstand, und wird $k = \frac{\pi \delta d}{\lambda}$ gesetzt, so tritt ein Maximum der Deutlichkeit für diejenigen Werthe von k ein, welche das Integral $V = \int_0^1 \sqrt{1 - w^2}\, cos(kw) dw$ zu einem positiven oder negativen Maximum machen, dagegen ein Minimum der Deutlichkeit für die Werthe von k, für welche $V = 0$ wird. Da das Integral leicht auf eine BESSEL'sche I-Transcendente zurück-

[1]) Memoirs of the National academy of sciences Vol. V.

[2]) Vergl. S. CZAPSKI, Zeitschrift für Instrumentenkunde Jahrg. 1891, pag. 340.

geführt werden kann, $V = \frac{\pi}{2} \frac{I_c^{(1)}}{k}$, so kann man die hier in Betracht kommenden Werthe von k aus einer der an verschiedenen Orten gegebenen Tafeln der I-Functionen entnehmen[1]). Es ergiebt sich so, dass mit Weglassung des ersten Maximum (bei Spaltabstand $= 0$) der Durchmesser gefunden wird gemäss den Ausdrücken aus den Maxima

$$d = 1{\cdot}64 \frac{\lambda}{\delta_1 \sin 1''} = 2{\cdot}68 \frac{\lambda}{\delta_2 \sin 1''} = 3{\cdot}70 \frac{\lambda}{\delta_3 \sin 1''} = \ldots$$

und aus den Minima

$$d = 1{\cdot}22 \frac{\lambda}{\delta_1' \sin 1''} = 2{\cdot}23 \frac{\lambda}{\delta_2' \sin 1''} = 3{\cdot}24 \frac{\lambda}{\delta_3' \sin 1''} = 4{\cdot}24 \frac{\lambda}{\delta_4' \sin 1''} = \ldots$$

Ist das Object ein Doppelstern von der Distanz d, so treten die Interferenzfransen auf, wenn $\frac{\delta d}{\lambda} = n$ und sie verschwinden oder werden undeutlich, wenn $\frac{\delta d}{\lambda} = \frac{2n - 1}{2}$ ist, wo $n = 1, 2, 3 \ldots$

Man erhält folglich aus dem Erscheinen

$$d = \frac{\lambda}{\delta_1 \sin 1''} = \frac{2\lambda}{\delta_2 \sin 1''} = \frac{3\lambda}{\delta_3 \sin 1''}$$

und aus dem Verschwinden

$$d = \frac{\lambda}{2\delta_1' \sin 1''} = \frac{3\lambda}{2\delta_2' \sin 1''} = \frac{5\lambda}{2\delta_3' \sin 1''} = \frac{7\lambda}{2\delta_4' \sin 1''} = \ldots$$

Die gesuchte Grösse wird hiernach unmittelbar in Winkelmaass und unabhängig von der Brennweite des Objectivs gefunden. Auch kommt es, da die Methode mit Vortheil nur zur Bestimmung von sehr kleinen angulären Werthen angewandt wird, nicht einmal auf eine sehr genaue Messung der Abstände der Spalte an; für ein Sternpaar von 1″ Distanz z. B. werden dieselben, wenn man $\lambda = 570\ \mu$ annimmt, für das Verschwinden der Reihe nach 59, 176, 294 *mm*, so dass eine Ungenauigkeit von 1 *mm* einen Fehler von weniger als 0″·02 erzeugen würde. Grössere Schwierigkeiten dürfte dagegen die Wahl des jedesmal anzuwendenden Werthes von λ bereiten. Für weitere Einzelheiten und für eine Anordnung, bei welcher die Spalte durch Spiegel ersetzt werden, muss auf die Originalabhandlung verwiesen werden.

Nach dem Vorgange von MICHELSON hat K. SCHWARZSCHILD[2]) ein Interferenzmikrometer angegeben, welches sich von dem vorhergehenden dadurch unterscheidet, dass die Messung sich nicht auf die Beurtheilung des Auftretens oder Verschwindens der Interferenzerscheinungen gründet, sondern ähnlich, wie bei einem Doppelbildmikrometer durch Einstellungen in die Mitte, und da auch Positionswinkel bestimmt werden, paralleles Anvisiren ausgeführt wird. Das Mikrometer von SCHWARZSCHILD ist daher eigentlich ein Doppel- oder Vielbildmikrometer und nur die Herstellung der vielfachen Bilder und ihre gegenseitige Verschiebung wird durch Interferenz der Lichtstrahlen bewirkt. An Stelle des MICHELSON'schen Schirmes mit zwei Spalten wird ein aus einer grösseren Anzahl äquidistanter Spalten gebildetes Gitter gesetzt; und dies hat zur Folge, dass im Gesichtsfeld des Fernrohrs an derselben Stelle, wo ohne Gitter der Stern sich

[1]) Eine solche Tafel findet sich in HANSEN's Schriften der Sternwarte Seeberg u. a. a. O.; dabei ist zu bemerken, dass BESSEL's $I_k^{(i)}$ bei HANSEN mit $I_{k/2}^{(i)}$ bezeichnet ist.

[2]) Astronom. Nachr., Bd. 139.

abbilden würde, ein farbloses Mittelbild erscheint, welches zu beiden Seiten von kleinen Perlen umgeben ist, die mit der Entfernung von der Mitte an Färbung und Ausdehnung zunehmen. Das Gitter ist um die Achse des Fernrohrs drehbar und der Spaltabstand selbst oder was auf dasselbe hinauskommt, seine Projection auf eine zur Fernrohrachse senkrechte Ebene kann innerhalb gewisser Grenzen geändert werden; bei dem versuchsweise für den Münchener Refractor hergestellten Apparat wurde dies in einfachster Weise durch Neigen der beiden durch Scharniere verbundenen Hälften des Gitters gegen die Fernrohrachse erreicht. Soll nun z. B. ein Doppelstern gemessen werden, so wird der Apparat zuerst um die Fernrohrachse gedreht, bis die von beiden Componenten herrührenden parallelen Reihen von Sternbildchen in eine einzige punktirte Linie fallen, was der senkrechten Stellung der Spaltrichtung entspricht. Stellt man hierauf einen Faden des Mikrometers dieser Linie parallel, so giebt die Ablesung des Positionskreises die Richtung oder in Verbindung mit der Richtung der täglichen Bewegung den Positionswinkel. Um die Distanz zu messen, wird der Spaltabstand oder die Neigung der Gitterebenen so lange geändert, bis ein Bild des Begleiters genau in der Mitte zweier Bilder des Hauptsterns erscheint. Ist der (projicirte) Spaltabstand δ, so folgt die Distanz aus:

$$d = \frac{\lambda n}{2 \delta \sin 1''}$$

wo n als Ordnungszahl der Beugungsbilder $= 1, 2, 3 \ldots$ ist.

Die nach dieser Methode mittelst des erwähnten Versuchsapparates gemachten Messungen zeigen die Genauigkeit, die einem Doppelbildmikrometer eigen zu sein pflegt. Dagegen ist es noch nicht ausgemacht, ob nicht durch das verschiedene Aussehen der Beugungsbilder in Färbung und Ausbreitung systematische Fehler zu befürchten sind. In jedem Falle erscheint es rathsam, die Anwendung des Mikrometers nur auf kleine Distanzen (bis zu wenigen Secunden), bei denen die Dispersion noch keinen merklichen Einfluss hat, zu beschränken. Es sei noch bemerkt, dass die Breite der Spalte im Verhältniss zum Abstand wegen des bestimmenden Einflusses, den sie auf die relative Helligkeit der Beugungsbilder hat, richtig gewählt werden muss; nach den Versuchen von SCHWARZSCHILD würde etwa ein Drittel des Spaltabstandes als beste Spaltbreite gelten.

Verbesserung der Mikrometermessungen für Präcession, Nutation und Aberration.

Während bei der Ortsbestimmung von Planeten und Kometen durchgehends die gemessenen Unterschiede zu dem scheinbaren Ort des Vergleichsternes hinzugefügt und der dadurch erlangte Ort des Wandelsterns als wahrer Ort für die um die Lichtzeit verkleinerte Beobachtungszeit anzusehen ist, bietet sich in anderen Fällen häufig die Aufgabe dar, die beobachteten Unterschiede zwischen zwei Objecten auf eine mittlere Lage von Ekliptik und Aequator zu beziehen und von der Wirkung der Aberration zu befreien. Die hierfür erforderlichen Ausdrücke sollen an dieser Stelle kurz abgeleitet werden.

1. Unterschiede in Rectascension und Declination.

Seien, ausgedrückt in Bogensecunden, $\Delta\alpha'$ und $\Delta\delta'$ die beobachteten, $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ die wahren, auf das mittlere Aequinoctium zu Beginn des Beobachtungsjahres bezogenen Unterschiede, so ist unter Benutzung der BESSEL'schen Bezeichnungen und abgesehen von der eigenen Bewegung

$$\begin{array}{ll} a = m + n \sin\alpha \tang\delta & a' = n\cos\alpha \\ b = \cos\alpha \tang\delta & b' = -\sin\alpha \\ c = \cos\alpha \sec\delta & c' = \tang\varepsilon \cos\delta - \sin\alpha \sin\delta \\ d = \sin\alpha \sec\delta & d' = \cos\alpha \sin\delta \end{array}$$

$$*2 - *1 \begin{cases} \Delta\alpha = \Delta\alpha' - A(a_2 - a_1) - B(b_2 - b_1) - C(c_2 - c_1) - D(d_2 - d_1) \\ \Delta\delta = \Delta\delta' - A(a_2' - a_1') - B(b_2' - b_1') - C(c_2' - c_1') - D(d_2' - d_1') \end{cases}$$

wo die A, B, C, D die bekannten Reductionsgrössen sind[1]).

Bei der Kleinheit der Unterschiede, um die es sich hier meist handelt, kann man in der Entwickelung der Differenzen $a_2 - a_1$, $b_2 - b_1$, ... ausser in sehr hoher Declination bei dem ersten Gliede stehen bleiben und gelangt dadurch zu folgenden Ausdrücken. Seien

$$\alpha_0 = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \qquad \delta_0 = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$$

$$\begin{array}{lll} -n\cos\alpha_0 \sin\delta_0 \sec\delta_0 \sin\Delta\alpha & - n\sin\alpha_0 \sec^2\delta_0 \sin\Delta\delta & = a \\ \sin\alpha_0 \sin\delta_0 \sec\delta_0 \sin\Delta\alpha & - \cos\alpha_0 \sec^2\delta_0 \sin\Delta\delta & = b \\ \sin\alpha_0 \sec\delta_0 \sin\Delta\alpha & - \cos\alpha_0 \sin\delta_0 \sec^2\delta_0 \sin\Delta\delta & = c \\ -\cos\alpha_0 \sec\delta_0 \sin\Delta\alpha & - \sin\alpha_0 \sin\delta_0 \sec^2\delta_0 \sin\Delta\delta & = d \\ n\sin\alpha_0 \sin\Delta\alpha & & = a' \\ \cos\alpha_0 \sin\Delta\alpha & & = b' \\ \cos\alpha_0 \sin\delta_0 \sin\Delta\alpha & + (\tang\varepsilon \sin\delta_0 + \sin\alpha_0 \cos\delta_0) \sin\Delta\delta & = c' \\ \sin\alpha_0 \sin\delta_0 \sin\Delta\alpha & - \cos\alpha_0 \cos\delta_0 \sin\Delta\delta & = d' \end{array}$$

wo für $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ die beobachteten Werthe genommen werden können, so wird

$$\begin{aligned} \Delta\alpha &= \Delta\alpha' + Aa + Bb + Cc + Dd \\ \Delta\delta &= \Delta\delta' + Aa' + Bb' + Cc' + Dd' \end{aligned}$$

Während diese Ausdrücke bei häufiger zu wiederholenden Reductionen desselben Sternpaares wegen der für längere Zeit als constant anzunehmenden oder linear zu interpolirenden Werthe der a, b, .. a', b', .. recht bequem sind, verdient für einzelne Reductionen die Einführung der g, G, h ... Grössen den Vorzug. Setzt man

$$\begin{array}{lll} g\cos(G + \alpha_0)\sin\delta_0 & + h\cos(H + \alpha_0) & = a \\ g\sin(G + \alpha_0) & + h\sin(H + \alpha_0)\sin\delta_0 & = b \\ -i\sin\delta_0 & + h\cos(H + \alpha_0)\cos\delta_0 & = c, \end{array}$$

so ergiebt sich

$$\begin{aligned} \Delta\alpha &= \Delta\alpha' - (a\sec\delta_0 \sin\Delta\alpha + b\sec^2\delta_0 \sin\Delta\delta) \\ \Delta\delta &= \Delta\delta' + (b\sin\Delta\alpha - c\sin\Delta\delta). \end{aligned}$$

Die Reduction der Unterschiede $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ von dem mittleren Aequator und dem mittleren Aequinoctium zur Zeit t auf die Lage zur Zeit t' ergiebt sich aus den Formeln für die Präcession:

$$\begin{aligned} \Delta\alpha_{t'} &= \Delta\alpha_t + n(\cos\alpha_0 \tang\delta_0 \sin\Delta\alpha + \sin\alpha_0 \sec^2\delta_0 \sin\Delta\delta)(t' - t) \\ \Delta\delta_{t'} &= \Delta\delta_t - n\sin\alpha_0 \sin\Delta\alpha(t' - t), \end{aligned}$$

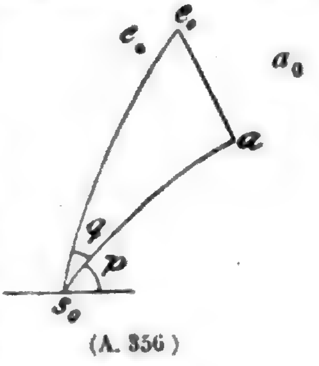
wo die Grössen auf der rechten Seite für das Mittel der Zeiten genommen werden müssen.

---

[1]) Vergl. pag. 193 unten.

2. Positionswinkel und Distanz.

Seien e_0 (Fig. 356) der Pol der festen Ekliptik für die Anfangsepoche t_0, a_0 der Pol des Aequators für dieselbe Zeit, e und a der Pol der Ekliptik und des Aequators für die Zeit t, s_0 die Mitte des die beiden Sterne verbindenden Bogens gr. Kr.; ferner werde gesetzt der Positionswinkel $= p$, der Winkel $e_0 s_0 a = q$, dann ist, weil $p+q$ von der Präcession nicht berührt wird, $\frac{dp}{dt} = -\frac{dq}{dt}$. Unter Anwendung der Bezeichnungen: L, B mittlere Länge und Breite von s_0 für die Zeit t_0, α, δ mittlere Rectascension und Declination für die Zeit t, ω Winkel zwischen Aequator und fester Ekliptik, $a e_0 a_0 = \psi =$ Lunisolarpräcession $e a e_0 = v =$ Präcession durch die Planeten, hat man:



(A. 356)

$$\cos\delta \sin q = \sin\omega \cos(L+\psi)$$
$$\cos\delta \cos q = \cos\omega \cos B - \sin\omega \sin B \sin(L+\psi)$$

woraus durch Differentiation und nach Elimination von $d\delta$ folgt:

$$\cos\delta\, dq = -\sin(\alpha+v)\sin\omega\, d\psi + \cos(\alpha+v)\, d\omega.$$

Berücksichtigt man, dass nach der Theorie der Präcession $v = \frac{d\omega}{\sin\omega\, d\psi}$, so wird

$\cos\delta\, dq = -\sin\alpha \sin\omega\, d\psi$ oder nach Einführung von $n = \sin\omega \frac{d\psi}{dt}$

$$\frac{dp}{dt} = n \sin\alpha \sec\delta.$$

Der Einfluss der Präcession auf den Positionswinkel in der Zeit $t'-t$ wird folglich

$$\Delta p = n \sin\alpha_0 \sec\delta_0 (t'-t),$$

wo statt α und δ, α_0 und δ_0 gesetzt sind und diese, ebenso wie n für die Mitte der Zeiten genommen werden müssen.

Die Nutation verursacht periodische Schwankungen in der Lage des Poles a, welche von der Form sind:

$$\sin\omega\, d\psi = -6''\!\cdot\!87 \sin\Omega + \ldots$$
$$d\omega = +9''\!\cdot\!22 \cos\Omega + \ldots,$$

wo Ω die Länge des aufsteigenden Knotens der Mondbahn auf der Ekliptik bedeutet, und die kleineren von 2Ω und den jeweiligen Stellungen von Sonne und Mond in ihren Bahnen abhängigen Glieder weggelassen sind. Anstatt diese Ausdrücke in die obige Gleichung für $\cos\delta\, dq$ einzusetzen und den Positionswinkel zuerst auf die mittlere Lage des Poles zur Zeit der Beobachtung zu beziehen, verfährt man einfacher, wenn man unter Benutzung der in den astronomischen Jahrbüchern gegebenen Hülfsmittel den Positionswinkel sogleich auf die mittlere Pollage zu Beginn des Beobachtungsjahres überträgt. Ist t die seit Beginn des Jahres verflossene Zeit, ausgedrückt in Theilen des Jahres, und haben A und B die bekannte Bedeutung

$$A = t + \frac{1}{n}(-6''\!\cdot\!87 \sin\Omega + \ldots)$$
$$B = \qquad -9''\!\cdot\!22 \cos\Omega + \ldots,$$

so erhält man aus der Gleichung für $\cos\delta\, dq$, nachdem $v = 0$ gesetzt ist, zur Reduction auf den Jahresanfang

$$\Delta p = -(A n \sin\alpha_0 + B \cos\alpha_0)\sec\delta_0.$$

Setzt man daher

$$-\frac{n \sin \alpha_0 \sec \delta_0}{60} = a' \qquad -\frac{\cos \alpha_0 \sec \delta_0}{60} = b',$$

so wird die Reduction des zur Zeit t gemessenen Positionswinkels auf die mittlere Lage des Poles zur Zeit t', ausgedrückt in Minuten:

$$\Delta p = [A - (t' - T)]a' + Bb',$$

wo T den Anfang des Beobachtungsjahres bedeutet.

Will man die g, G, Grössen anwenden, so wird die Reduction auf den Jahresanfang $\Delta p = -g \sin (G + \alpha_0) \frac{\sec \delta_0}{60}$.

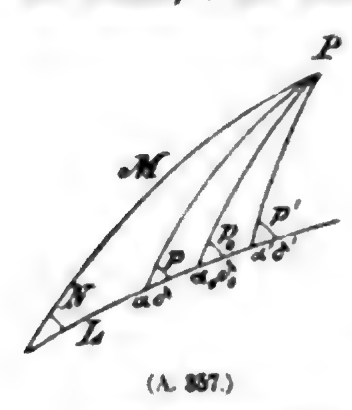
Die Distanz wird natürlich von der Präcession und Nutation nicht betroffen.

Durch die Aberration erscheint der Ort eines Sternes um die Quantitäten verschoben:

$$d\alpha = C \cos \alpha \sec \delta + D \sin \alpha \sec \delta = h \sin (H + \alpha) \sec \delta$$
$$d\delta = - C \sin \alpha \sin \delta + C \tang \varepsilon \cos \delta + D \cos \alpha \sin \delta = h \cos (H + \alpha) \sin \delta + i \cos \delta,$$

wo k die Aberrationsconstante (nach neueren Annahmen 20''47), ☉ die Länge der Sonne, ε die Schiefe der Ekliptik bezeichnen, und

$$C = - k \cos ☉ \cos \varepsilon \qquad h \sin H = C$$
$$D = - k \sin ☉ \qquad h \cos H = D$$
$$i = C \tang \varepsilon.$$



(A. 357.)

Ist in Fig. 357 P der Pol des Aequators, so giebt das Dreieck zwischen diesem und den Oertern der beiden Sterne zunächst folgende Differentialformeln:

$$ds = \cos \delta \sin p \, (d\alpha' - d\alpha) + \cos p' d\delta' \qquad - \cos p \, d\delta$$
$$\sin s \, dp = \cos \delta' \cos p' (d\alpha' - d\alpha) + \sin p \cos s \, d\delta - \sin p' \, d\delta'$$
$$\sin s \, dp' = \cos \delta \cos p \, (d\alpha' - d\alpha) - \sin p' \cos s \, d\delta' + \sin p \, d\delta.$$

Nach Einsetzung der obigen Werthe von $d\alpha$, $d\delta$, .. geht die erste Gleichung über in:

$$ds = C \{\cos \alpha' \sin p' - \cos \alpha \sin p - \sin \alpha' \sin \delta' \cos p' + \sin \alpha \sin \delta \cos p$$
$$+ (\cos \delta' \cos p' - \cos \delta \cos p) \tang \varepsilon\}$$
$$+ D \{\sin \alpha' \sin p' - \sin \alpha \sin p + \cos \alpha' \sin \delta' \cos p' - \cos \alpha \sin \delta \cos p\}.$$

Dieselbe nimmt eine sehr viel concisere Form an, wenn man nach dem Vorgang von BESSEL[1]) den Bogen s bis zum Durchschnittspunkt mit dem Aequator oder, wie SEELIGER[2]) thut, bis zum Durchschnittspunkt mit dem Declinationskreis des Tag- und Nachtgleichenpunktes verlängert.

Bezeichnet in letzterem Falle M die Poldistanz dieses Punktes, L den Abstand desselben von dem nächsten der beiden Sterne, und N den Winkel, den L mit M einschliesst, so wird:

$$\sin N \cos (L + s) = \cos \alpha' \sin p' - \sin \alpha' \sin \delta' \cos p'$$
$$\sin N \cos L \qquad = \cos \alpha \sin p - \sin \alpha \sin \delta \cos p,$$

wodurch das Aggregat der ersten vier Glieder in dem Factor von C übergeht in $-2 \sin N \sin \left(L + \frac{s}{2}\right) \sin \frac{s}{2}$ oder $-2 \cos \delta_0 \sin \alpha_0 \sin \frac{s}{2}$, wenn α_0, δ_0 die Coordinaten der Mitte des Bogens zwischen den beiden Sternen sind.

---

[1]) F. W. BESSEL, Einfluss der Präcession, Nutation und Aberration auf die Resultate mikrometischer Messungen. Astron. Unters. Bd. I (auch ENGELMANN, Abh. Bd. 1).

[2]) H. SEELIGER, Theorie des Heliometers, Leipzig 1877.

Berücksichtigt man ferner, dass $\cos\delta'\cos p' - \cos\delta\cos p = -2\sin\delta_0\sin\frac{s}{2}$ und dass nach der Transformationsformel von CAGNOLI:

$$\begin{aligned}\sin\alpha'\sin p' + \cos\alpha'\sin\delta'\cos p' &= \sin M\sin(L+s) + \cos M\cos(L+s)\cos N\\ \sin\alpha\ \sin p + \cos\alpha\ \sin\delta\ \cos p &= \sin M\sin L \quad + \cos M\cos L\cos N,\end{aligned}$$

so erhält die Gleichung für ds jetzt die einfache Gestalt:

$$ds = -2C\sin\frac{s}{2}(\cos\delta_0\sin\alpha_0 + \operatorname{tang}\varepsilon\sin\delta_0) + 2D\sin\frac{s}{2}\cos\delta_0\cos\alpha_0$$

oder auch

$$= 2\sin\frac{s}{2}h\cos(H+\alpha_0)\cos\delta_0 - 2\sin\frac{s}{2}\,i\sin\delta_0.$$

Das Differential des Positionswinkels p_0 ist:

$$\begin{aligned}dp_0 &= \cos\frac{s}{2}dp' - \sin\delta_0(d\alpha' - d\alpha_0) - \sin\frac{s}{2}\sin p'\,d\delta'\\ &= \cos\frac{s}{2}dp - \sin\delta_0(d\alpha - d\alpha_0) + \sin\frac{s}{2}\sin p\,d\delta\end{aligned}$$

oder im Mittel aus beiden Gleichungen

$$dp_0 = \cos\frac{s}{2}\,\frac{dp'+dp}{2} - \sin\delta_0\left(\frac{d\alpha'+d\alpha}{2} - d\alpha_0\right) - \frac{\sin\frac{s}{2}}{2}(\sin p'\,d\delta' - \sin p\,d\delta).$$

Drückt man hier $\cos\frac{s}{2}\,\frac{dp'+dp}{2}$ vermittelst der 2. und 3. Ausgangsgleichung durch $d\alpha', d\delta', \ldots$ aus, so geht die Gleichung über in:

$$dp_0 = \frac{d\alpha' - d\alpha}{4\sin\frac{s}{2}}(\cos\delta'\cos p' + \cos\delta\cos p) - \frac{\cos^2\frac{s}{2}}{2\sin\frac{s}{2}}(\sin p'\,d\delta' - \sin p\,d\delta)$$

$$-\sin\delta_0\left(\frac{d\alpha'+d\alpha}{2} - d\alpha_0\right) - \frac{\sin\frac{s}{2}}{2}(\sin p'\,d\delta' - \sin p\,d\delta)$$

und nach Substitution der Werthe von $d\alpha', d\delta', \ldots$ und unter Berücksichtigung der Relation $\cos\delta\cos p - \cos\delta'\cos p' = 2\sin\delta_0\sin\frac{s}{2}$

$$\begin{aligned}2\sin\tfrac{1}{2}s\,dp_0 = 2\sin\tfrac{1}{2}s\sin\delta_0\,d\alpha_0 &+ C(\cos\alpha'\cos p' + \sin\alpha'\sin\delta'\sin p')\\ &- C(\cos\alpha\cos p + \sin\alpha\sin\delta\sin p)\\ &+ D(\sin\alpha'\cos p' - \cos\alpha'\sin\delta'\sin p')\\ &- D(\sin\alpha\cos p - \cos\alpha\sin\delta\sin p).\end{aligned}$$

Die beiden Coëfficienten von $\pm C$ bezw. $\pm D$ sind aber nur verschiedene Ausdrücke derselben Grösse $\cos N$ bezw. $-\sin N\cos M$, so dass die Gleichung die ganz einfache Form annimmt

$$\begin{aligned}dp_0 = \sin\delta_0\,d\alpha_0 &= \operatorname{tang}\delta_0(C\cos\alpha_0 + D\sin\alpha_0)\\ &= h\sin(H+\alpha_0)\operatorname{tang}\delta_0.\end{aligned}$$

Setzt man also

$$\operatorname{tang}\varepsilon\sin\delta_0 + \cos\delta_0\sin\alpha_0 = c \qquad -\frac{\operatorname{tang}\delta_0\cos\alpha_0}{60} = c'$$

$$-\cos\delta_0\cos\alpha_0 \qquad = d \qquad -\frac{\operatorname{tang}\delta_0\sin\alpha_0}{60} = d',$$

so werden nunmehr die an die beobachteten Werthe der Distanz und des Positionswinkels wegen der Aberration des Lichtes anzubringenden Verbesserungen:

$$\Delta s = s \sin 1'' (Cc + Da) = - s \sin 1'' [h \cos (H + \alpha_0) \cos \delta_0 - i \sin \delta_0]$$

$$\Delta p = (Cc' + Dd') \qquad = - \frac{h}{60} \sin (H + \alpha_0) \tang \delta_0.$$

Die ganze zur Uebertragung auf die Pollage zur Zeit t' und zur Befreiung von der Wirkung der Aberration an den Positionswinkel anzubringende Verbesserung ist folglich:

$$\Delta p = [A - (t' - T)]a' + Bb' + Cc' + Dd'.$$

Da die Grössen c, d, c', d' von dem Positionswinkel und der Distanz unabhängig sind, so ändert die Aberration die Entfernungen unabhängig von ihrer Richtung, und die Positionswinkel unabhängig sowohl von der Richtung, als der Distanz. Der zuerst von Bessel für kleine Distanzen ausgesprochene Satz, dass ein sphärischer Kreis durch die Aberration zwar verschoben, gedreht und vergrössert oder verkleinert wird, aber sich nicht in eine andere Curve verwandelt, ist demnach, wie Seeliger hervorgehoben hat, allgemein gültig.

d'Arrest hat dem Ausdruck für die Aenderung der Distanz noch eine andere Form gegeben, aus der zugleich das Gesetz hervorgeht, nach welchem sich jener Kreis erweitert oder zusammenzieht. Bezeichnen a und d die Rectascension und Declination des Apex der Bewegung der Sonne in ihrer jährlichen Bahn, so hat man

$$\begin{aligned} \sin d &= \sin \varepsilon \cos \odot \\ \cos d \sin a &= \cos \varepsilon \cos \odot \\ \cos d \cos a &= - \sin \odot \\ C &= - k \cos d \sin a \\ D &= k \cos d \cos a \end{aligned}$$

und damit, wenn ds sich, wie vorher, auf den Uebergang vom scheinbaren auf den wahren Ort bezieht,

$$\begin{aligned} \frac{ds}{2 \sin \frac{s}{2}} &= - k [\cos \delta_0 \cos d \cos (a - \alpha_0) + \sin \delta_0 \sin d] \\ &= - k \cos \sigma, \end{aligned}$$

wo σ der Bogen ist, der sich vom Punkte $\alpha_0 \delta_0$ bis zum Apex erstreckt. In derselben Weise wird, wenn Σ den Winkel bezeichnet, den der Bogen σ mit dem Declinationskreis von $\alpha_0 \delta_0$ macht,

$$\begin{aligned} dp &= k \tang \delta_0 \cos d \sin (a - \alpha_0) \\ &= k \tang \delta_0 \sin \sigma \sin \Sigma. \end{aligned}$$

Die Wirkung der Aberration auf die Bestimmung der Planetendurchmesser findet ihren Ausdruck und zugleich ihre Berücksichtigung darin, dass der gemessene Werth für die Entfernung gilt, in welcher der Planet sich zu der um die Aberrationszeit verkleinerten Beobachtungszeit befunden hat. Eine einfache Ueberschlagsrechnung zeigt, dass die hieraus hervorgehende Aenderung des auf die Einheit der Entfernung bezogenen Durchmessers bei Jupiter und Saturn im Maximum noch nicht 0''·02 erreicht und bei den übrigen Planeten unter 0''·01 bleibt. Man darf daher in Anbetracht der erheblich grösseren Unsicherheit der Messung den Einfluss der Aberration bei der Ermittlung des Durchmessers einer Planetenscheibe ganz übergehen. E. Becker.

Mond. Der der Erde am nächsten kommende und daher auch am genauesten untersuchte Himmelskörper ist der Satellit der Erde, der Erdmond. So sehr sich aber auch die Astronomen mit der Untersuchung dieses Himmelskörpers zu allen Zeiten beschäftigt haben, so kann man doch keineswegs behaupten, dass unser Wissen von demselben ein zureichendes oder gar durchaus erschöpfendes wäre. Schon die Bewegung des Mondes um die Erde bietet der theoretischen Untersuchung Schwierigkeiten, über welche bereits in der »Allgemeinen Einleitung in die Astronomie« und in dem Artikel »Mechanik des Himmels« wiederholt zu sprechen Gelegenheit war. An dieser Stelle mögen nur die Resultate der Untersuchungen, diejenigen Elemente, welche jetzt als die verlässlichsten gelten, angeführt werden.

Die Elemente der Mondbahn, soweit dieselben jetzt noch als elliptisch angesehen werden können, sind:

Mittlere Entfernung von der Erde . . 60·273 Erdhalbmesser
oder 384420 Kilometer.
Siderische Umlaufszeit . . . . $27^d 7^h 43^m 11^s{\cdot}5$
Mittlere tägliche siderische Bewegung . 13° 3′ 53″·97
Excentricität der Bahn . . . . 0·05491
Neigung der Bahn . . . . 5° 8′ 47″·9 gegen die Ekliptik.

Die Lage der Apsiden- und Knotenlinie ist nicht fest; die erstere bewegt sich im Sinne der Zeichen, jährlich um etwa 40⅔°, so dass ein Umlauf in 8 Jahren 310 Tagen vollendet wird; die letztere rückt im entgegengesetzten Sinne, jährlich um 19⅓° weiter, und vollendet einen Umlauf in 18 Jahren 219 Tagen.

Die mittlere Aequatoreal-Horizontal-Parallaxe des Mondes, aus welcher sich der obige Werth der Entfernung ableitet, ist der von HANSEN aus neueren Beobachtungen abgeleitete 57′ 2″·06; doch schwanken die Werthe gemäss der verschiedenen Entfernung des Mondes von der Erde zwischen 53′ 54″ und 61′ 29″.

Der scheinbare Durchmesser des Mondes in der mittleren Entfernung desselben von der Erde ist 31′ 4″·5, und liegt innerhalb der Grenzen 29′ 26″ und 33′ 33″; da sich, wie man leicht sieht, der wirkliche Halbmesser des Mondes zum Erdhalbmesser, wie der Sinus des scheinbaren Halbmessers zur mittleren Aequatoreal-Horizontalparallaxe verhält, so findet man für den wahren Halbmesser 0·2724 Erdhalbmesser = 3480 *km*. Damit wird die Oberfläche des Mondes $\frac{1}{13}$ der Erdoberfläche, das Volumen des Mondes $\frac{1}{49{\cdot}5}$ des Erdvolumens. Da die Masse des Mondes aus den theoretischen Untersuchungen über die Störungen der Rotationsaxe der Erde, aus den Erscheinungen der Ebbe und Flut u. s. w. gleich $\frac{1}{81}$ gefunden wurde, so resultirt hieraus für den Mond die mittlere Dichte 0·618 der Erddichte, oder, diese zu 5·5 des Wassers angenommen, die Dichte des Mondes bezogen auf Wasser 3·4.

Eine Abplattung konnte bisher beim Monde nicht entdeckt werden, hingegen ist zu bemerken, dass HANSEN aus theoretischen Untersuchungen fand, dass der Schwerpunkt des Mondes etwa 59·5 *km* weiter von der Erde entfernt ist, als sein Mittelpunkt.

Da der Mond uns beständig dieselbe Seite zuwendet, so kennen wir natürlich nur diese; von der jenseitigen Mondhälfte können wir nur die Randpartien in Folge der Libration in Länge und Breite (s. den Artikel »Mechanik des Himmels«, pag. 604 ff.) zu Gesicht bekommen.

Allein unsere Kenntniss von der Oberfläche des Mondes ist noch ziemlich unvollkommen. Mit Ausnahme einiger allgemeiner Schlüsse, die bereits mit ziemlicher Sicherheit aus den beobachteten Thatsachen gezogen werden konnten, befinden wir uns hierüber, insbesondere über einige, die feinere Structur betreffenden Punkte, noch wesentlich in dem Stadium der Hypothesen und Conjekturen.

Die Thatsache, dass die Oberfläche des Mondes nicht gleich hell ist, war schon den Alten bekannt. Die Pythagoräer und ebenso ARISTOTELES hielten die Flecken für Abspiegelungen der irdischen Meere und Gewässer. PARMENIDES erklärte die dunklen Stellen für dunkle Beimischungen zu seinen flüssigen Theilen. Dass die Flecken dem Monde im Viertel das Ansehen eines menschlichen Gesichtes ertheilen, sprach PLUTARCH in seiner Schrift »De facie in orbe Lunae« aus.

Schon GALILEI fand mit dem Fernrohre die gebirgige Beschaffenheit des Mondes, indem er die mit dem Alter des Mondes wechselnden Schatten richtig deutete. Auch versuchte er aus denselben bereits die Höhen der Mondberge zu bestimmen (vergl. den ersten Band, pag. 75).

Ein wirklicher Fortschritt in der Selenographie datirt jedoch erst seit HEVEL. Dieser gab aus seinen eigenen, 5 Jahre umfassenden Mondbeobachtungen Darstellungen des Mondes für jeden Tag seines Alters und 1647 eine allgemeine Mondkarte, auf welcher die dunkeln Flecke als *Mare* bezeichnet wurden, wobei er aber bereits bemerkt, dass er sie nicht den irdischen Meeren gleichartig hält, sondern diesen Namen nur wählt, weil er sie mit nichts anderem zu vergleichen wisse. So hatte er eine *Propontis*, einen *Pontus Euxinus*, ein *Mare Mediterraneum* u. s. w. auf den Mond verlegt. Auch den Gebirgen und Ländern gab er Namen irdischer Objekte, doch verwahrte er sich auch hier ausdrücklich dagegen, dass diese Bezeichnungen Aehnlichkeiten mit gleichnamigen irdischen Objekten ausdrücken könnten.

Dieses geographische Princip hat RICCIOLI bei seiner 1651 erschienenen Karte[1]), verlassen. Den dunkeln Flecken, welche er ebenfalls als *Mare* bezeichnete, gab er Namen, die nach MÄDLER aus dem angenommenen Einfluss des Mondes auf die irdischen Geschicke hergeleitet sind. So finden sich die Namen: *Mare Serenitatis*, *Mare Tranquillitatis*, *Mare Crisium* u. s. w. Diese Namen haben sich seither erhalten, ohne dass denselben eine Bedeutung, weder in Rücksicht auf den Einfluss auf die Menschen, noch auch in Rücksicht auf Verhältnisse, welche sich vielleicht auf dem Monde vorfinden könnten, beigelegt wird; insbesondere muss erwähnt werden, dass man mit dem Worte *Mare* keineswegs den Sinn zu verbinden hat, dass wirkliches Wasser auf dem Monde sei; man thut deshalb auch besser, nicht von »*Mondmeeren*« zu sprechen, sondern, wie dieses seit MÄDLER üblich ist, immer das Wort »*Mare*« zu gebrauchen und dasselbe einfach als Bezeichnung für die dunklen Mondflecke zu betrachten.

Bei der Bezeichnung der Berge und Länder wählte RICCIOLI die Namen berühmter Männer und machte dabei nur eine Ausnahme: den Namen KATHARINA, welchen der Jesuit LANGRENUS in seiner 1645 erschienenen »Selenographie« unter anderen Heiligennamen verwendet hatte, liess er stehen, das Princip befolgend, nach welchem auch jetzt sehr häufig die kleinen Planeten benannt werden. Zu erwähnen ist, dass er die Sorge für seinen eigenen Namen auch nicht der Nachwelt überliess, sondern denselben neben demjenigen GRIMALDI's selbst einsetzte.

---

[1]) Eine verkleinerte Reproduction derselben findet sich in der »Connaissance des temps« für 1788, pag. 344.

Nach RICCIOLI war es DOMINIQUE CASSINI, der 1673 Karten des Mondes für jeden Tag seines Alters und 1692 eine grössere Mondkarte von 20 Zoll Durchmesser herausgab, die aber nur in kleiner Auflage erschien, von der jedoch später (1787) LALANDE eine neue Auflage besorgte.

Alle diese Karten waren aber nach Zeichnungen angefertigt, die bloss nach dem Augenmaass genommen waren; der erste, der Fixpunkte nach ihrer selenographischen Länge und Breite durch wirkliche Messungen festlegte, war TOB. MAYER. Er bestimmte in dieser Weise 27 Flecke für mittlere Libration und wollte hiernach einen Mondglobus anfertigen, von welchem er jedoch bei seinem Tode erst den sechsten Theil vollendet hatte. Indes erschien 1749 seine bereits sehr gute Mondkarte von $7\frac{1}{2}''$ Durchmesser. Die Detailzeichnungen MAYER's sind neuerdings von der Göttinger Sternwarte herausgegeben.

Aus derselben Zeit wären noch die Beobachtungen von SCHRÖTER, der 1791 seine »selenotopographischen Fragmente« herausgab, und GRUITHUISEN aus den Jahren 1799 bis 1801 zu erwähnen, welche aber, wenn sie auch sehr brauchbares Material zum Vergleichen bieten, dennoch keinen wesentlichen Fortschritt in der Selenographie bedeuten.

Ein solcher datirt erst seit den Arbeiten LOHRMANN's, welcher 1820 seine Beobachtungen in Dresden begann; von der auf 25 Sectionen vertheilten Karte wurden 1824 die vier ersten Sectionen publicirt, und 1839 eine kleine Generalkarte des Mondes; die übrigen 21 Sectionen hatte LOHRMANN zwar bereits 1836 vollendet, sie wurden aber erst lange nach seinem 1840 erfolgten Tode unter der Leitung von SCHMIDT 1878 herausgegeben.

Inzwischen hatten 1830 BEER und MÄDLER ihre Mondbeobachtungen begonnen, als deren Frucht 1834 die erste grosse Mondkarte erschien.

Einen vorläufigen Abschluss erhielten diese Untersuchungen durch die 1878 gleichzeitig mit der LOHRMANN'schen erschienene SCHMIDT'sche Mondkarte, deren Bearbeitung 1840 begonnen wurde. Die von BIRT im Auftrage der British Association übernommene Anfertigung einer Mondkarte hat noch nicht zur Publikation derselben geführt.

Die SCHMIDT'sche Mondkarte, im doppelten Maassstabe derjenigen von MÄDLER und LOHRMANN (die letzteren beiden haben einen Meter Durchmesser, die SCHMIDT'sche zwei Meter), ist in den Details viel weiter ausgearbeitet, und ohne eine bedeutende Vergrösserung des Maassstabes ist es nicht wohl möglich, noch weitere Details in eine Karte aufzunehmen. Doch sind gerade in der letzten Zeit die Bestrebungen dahin gerichtet, gerade die feineren Details zur Darstellung zu bringen, um event. Veränderungen der Mondoberfläche constatiren zu können, wovon später gesprochen wird. Hierzu hat man den Weg einzuschlagen begonnen, welcher auch für die Gegenden der Erde seit langer Zeit üblich ist: man fertigt Specialkarten einzelner Gegenden an, in welche diejenigen Details eingetragen werden, welche sich mit stark vergrössernden Fernröhren dem Beobachter darbieten.

Ehe an eine topographische Beschreibung der Mondoberfläche gegangen werden kann, müssen in Kürze einige die Bezeichnungsweise betr. Bemerkungen vorausgeschickt werden.

1) Ueber die Bezeichnung *Mare* wurde das nötige bereits gesagt. Die Maria sind von dem lichten Theile der Oberfläche theils scharf abgegrenzt, theils gehen sie continuirlich in diesen über; sie hängen unter einander zusammen; nur das *Mare Crisium* bildet, soweit die sichtbaren Details es bis jetzt anzunehmen gestatten, ein allseitig geschlossenes Mare. Auf der sichtbaren Mond-

oberfläche nimmt die Gesammtheit der Maria ungefähr die Hälfte der Gesammtfläche ein; eine genaue Grössenbestimmung ist natürlich in Folge der ungenauen Grenzbestimmung nicht möglich. Zu ihnen gehören die als Palus, Lacus, Sinus (Sumpf, See, Bucht) bezeichneten kleinen, mitunter auch etwas helleren und weniger einförmigen, immerhin aber noch wenig formenreichen Gebilde der Mondoberfläche.

2) Die helleren Theile der Mondoberfläche sind viel ungleichmässiger und zeichnen sich dadurch aus, dass auf ihnen bei schräger Beleuchtung Schatten verschiedener Länge sichtbar werden, wodurch sich die unter verschiedenartigem Lichte erscheinenden Partien als Erhebungen zu erkennen geben. Diese sind verschiedener Art; es sind:

a) Einzelne, isolirte Berge oder langgestreckte Bergrücken, die, wenn sie niedrig sind, oft nur als helle Bergadern erscheinen oder bei grösserer Mächtigkeit als Bergketten auftreten.

b) In grösserer Ausdehnung vereinigte Reihen von Bergketten bilden Hügellandschaften oder Massengebirge, wie die Appeninen, Alpen, Hämus, Caucasus.

c) Eine dem Monde eigenthümliche, auf diesem weit verbreitete Formation ist diejenige der Wallebenen, Ringgebirge und Krater. Diese zeichnen sich durch einen mehr oder weniger kreisförmigen und hohen Wall aus, der eine innere, meist stark vertiefte Fläche begrenzt, aus welcher sich meist wieder einzelne isolirte Berge, Bergrücken, selbst kleinere Krater oder Ringgebirge, sogen. Centralberge, Centralketten, Centralmassen erheben. Der Unterschied zwischen den Ringgebirgen und Wallebenen ist nur aus der Grösse entnommen. Man unterscheidet auch wohl kleine, mittelgrosse und grosse Ringgebirge von den Wallebenen. Eine einheitliche Auffassung hat hier jedoch noch keineswegs Platz gegriffen. H. Ebert bezeichnet in seiner äusserst schätzenswerthen Zusammenfassung »Ueber die Ringgebirge des Mondes«[1]) als »kleine Ringgebirge« solche, deren Durchmesser bis etwa 30 *km*, als »mittelgrosse Ringgebirge« solche zwischen 30 und 90 *km*, als »grosse Ringgebirge« solche zwischen 90 und 120 *km* Durchmesser, und als »Wallebenen« Gebilde mit über 120 *km* Durchmesser. Mädler bezeichnet als Wallebenen Flächen von 10 bis 30 Meilen (75 bis 225 *km*) Durchmesser; als Ringgebirge solche zwischen 15 bis 75 *km* Durchmesser, und die kleineren, sonst aber ganz gleich geformten, stets mit einem Centralberge versehenen Gebilde als Krater, während solche Formen, bei denen weder ein bedeutend erhöhter Wall, noch ein Centralberg deutlich zu sehen sind, als Kratergruben bezeichnet werden.

Im Gegensatze zu der Bezeichnung Mare hat man daher die Bezeichnungen Berge, Thäler, Stufenlandschaften, Hochgebirge u. s. w. in derjenigen Bedeutung zu nehmen, welche man denselben auf der Erde beilegt; denn, ohne hier auf die Bestimmung der Höhe einzugehen, worüber zum Schlusse gesprochen wird, kann dennoch schon hier erwähnt werden, dass ja unter gleichen Umständen grössere Höhen auch längere Schatten werfen werden, und die erstere direkt aus der Schattenlänge bestimmt werden kann.

Bereits Mädler bemerkt in den Erläuterungen zu seiner Mondkarte, dass sowohl die Ringgebirge, als auch die Wallebenen keineswegs regelmässig begrenzt wären, sondern dass von den Wällen meist Ausläufer nach Aussen gehen, dass einzelne Wälle nicht ganz geschlossen sind, sondern sich nach einer oder

[1]) Sitzungsber. der Phys. med. Societät Erlangen, 1890.

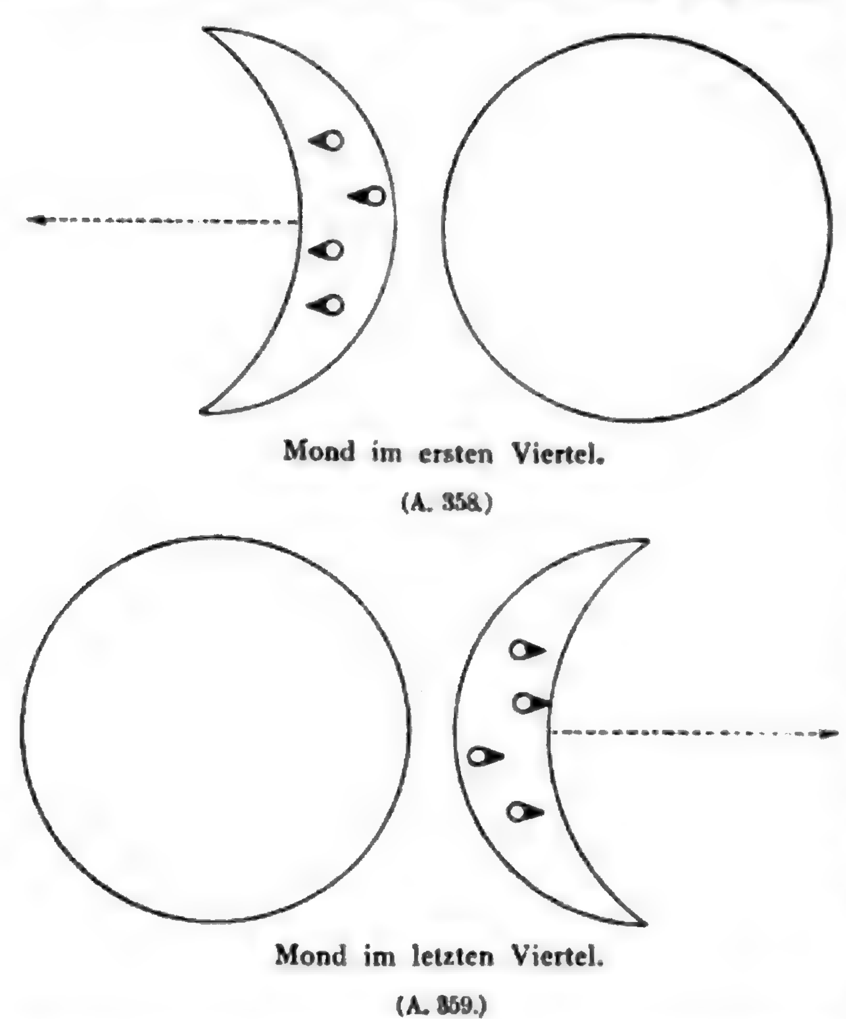
selbst mehreren Seiten öffnen (unvollkommene Ringgebirge) oder dass zwei oder mehrere durch Querwälle miteinander verbunden sind, oder dass mehrere, einzeln genommene Theile eines Walles nicht um die ganze Wallebene hinziehen, die Gesammtheit mehrerer Wälle aber die Fläche ziemlich vollkommen abschliesst. Im Grossen und Ganzen jedoch herrscht auf seiner Karte bei den Ringgebirgen und Wallen mehr der Charakter der geschlossenen Wälle vor. Spätere Beobachtungen haben diese Auffassung widerlegt, und schon die Karte von LOHRMANN zeigt weit weniger geschlossene Wälle und viel mehr weite Flächen, die durch unregelmässig laufende Gebirgszüge begrenzt werden. Hauptsächlich für die grossen Wallebenen tritt dieser Charakter hervor, während die kleinen Ringgebirge und namentlich die Krater mit den jetzt erreichten Vergrösserungen noch immer als regelmässig kreisförmig begrenzt erscheinen.

Am Mondrande sind selbstverständlich die Berge und Krater schwer oder gar nicht von einander zu unterscheiden, ebenso wenig Bergketten und Wallebenen, da ja in der perspektivischen Verkürzung das Innere der Formen fast ganz verschwindet.

Eine einheitliche Mondkarte kann nicht das Bild wiedergeben, welches der Mond in seinen verschiedenen Phasen darbietet. Denn in diesen erscheinen die Mondberge schattenwerfend, und zwar werden je nach der Stellung des Mondes gegen die Sonne die Schatten eine andere Lage gegen die schattenwerfenden Objecte haben. Beachtet man, dass die Bewegung der Gestirne an der Himmelskugel zwischen den Fixsternen von West gegen Ost zu stattfindet, und dass der Mond in dieser Richtung rascher als die Sonne fortschreitet, so wird man unmittelbar ersehen, dass sich der Mond in der gleichen Richtung von der Sonne entfernen muss. Hierdurch wird klar, dass der Mond dem nach Süden blickenden Beobachter sich von der Sonne nach links zu zu entfernen scheint und dass daher bei zunehmendem Monde die Hörnerspitzen des Mondes und ebenso alle Schatten nach links zu geworfen werden. Dieses dauert bis zum Vollmond; in diesem ist die Beleuchtung normal, die centralen Partien erscheinen schattenlos, daher mehr gleichmässig, während vom Mittelpunkte entferntere, und namentlich die Randpartien kurze Schatten gegen den Rand zu werfen. Vom Vollmond an nähert sich der Mond wieder der Sonne, aber von Westen, also rechts her, so dass beim abnehmenden Monde die Hörnerspitzen des Mondes und alle Schatten nach rechts hin erscheinen.

Die Karte selbst kann nun auf diesen verschiedenen Anblick nicht Rücksicht nehmen, allein es genügt, sich diese gegenseitigen Bewegungsverhältnisse zwischen Mond und Sonne vor Augen zu halten, um nicht nur die Form der Mondsichel, sondern auch die Lage der Schatten aus der Karte selbst zu entnehmen, wobei die verschiedenen mnemotechnischen Hilfsmittel, welche dem Gedächtnisse zu Hilfe kommen sollen, überflüssig werden. Hierzu dienen die folgenden beiden Figuren, in denen die erste den Mond in seiner Bewegung zwischen dem Neumond und Vollmond, also im ersten Viertel, die zweite im letzten Viertel darstellt. Um dieselben auf die Mondkarte anzuwenden, wird man die Bewegung des Mondes, welcher ja ins Auge gefasst, also als ruhend gedacht wird, im entgegengesetzten Sinne auf die Sonne zu übertragen haben und sich daher die Sonne in einem um den Beobachter gedachten weiten Kreis, welcher den Mond umfasst, bewegt denken, so dass die Sonne im Neumond weit hinter dem Monde gedacht wird, im ersten Viertel nach rechts gerückt, wobei zunächst der westliche, rechts gelegene Theil des Mondes mit nach links gerichtetem Schatten erscheint, bis die Sonne, hinter den Rücken des Beob-

achters gerückt, den Mond voll beleuchtet, wobei sie sich dem Monde wieder von links nähert, und der Mond nach und nach wieder die Sichelgestalt annimmt, wobei aber jetzt der links, östlich gelegene Theil beleuchtet bleibt, mit nach rechts geworfenen Schatten.



Mond im ersten Viertel.
(A. 358.)

Mond im letzten Viertel.
(A. 359.)

Diese wenigen Andeutungen werden hier wohl für die Erklärung der verschiedenen Phasen des Mondes ausreichen. Hierzu ist jedoch noch zu erwähnen, dass auch der von der Sonne nicht direkt beleuchtete Theil der Mondscheibe mitunter sehr deutlich sichtbar ist. Man kann dieses sogen. aschfarbige Licht des Mondes mit freiem Auge sehr gut einige Tage vor und nach dem Neumonde sehen; im Fernrohr ist es noch zur Zeit der Quadraturen gut sichtbar; in vereinzelten Fällen wurde es noch zwei bis drei Tage nach den Quadraturen beobachtet. Die richtige Erklärung hierfür gab bereits Leonardo da Vinci und später unabhängig von ihm Maestlin. Es ist das von der Erde reflektirte Sonnenlicht, welches den von der Sonne nicht direkt beleuchteten Theil des Mondes ebenso erhellt, wie der Mond seinerseits die Nachtseite der Erde erhellt. Man bezeichnet daher dieses Licht auch kürzer noch als Erdenlicht des Mondes. Die Helligkeit desselben ist sehr verschieden, auch wechselnd. Beer und Mädler konnten in demselben einzelne Mondlandschaften, insbesondere Aristarch, erkennen. Schröter behauptete, dass dasselbe heller ist, wenn die Erde einen grösseren Theil des Festlandes dem Monde zuwendet; Mädler findet dasselbe am besten sichtbar, wenn die nördliche Deklination des Mondes grösser als diejenige der Sonne ist, und zugleich der Mond wenig erleuchtet, also im März und September. Beides stimmt mit der Entstehungsursache des Erdenlichtes ganz gut überein.

Im Vollmonde verschwinden die Schatten auf dem grössten Theil der Mondoberfläche namentlich an denjenigen Theilen, deren Details am besten wahrnehmbar sind, nämlich den centralen. Die Folge davon ist, dass man im Vollmonde wenig Details wahrnimmt. Dieselben verschwinden dort ganz, wo zwischen den einzelnen Theilen kein Helligkeitsunterschied stattfindet, z. B. bei vielen Wällen und den von denselben eingeschlossenen Wallebenen. Nur dort, wo die Lichtintensität, also die Albedo aneinandergrenzender Partien hinreichend verschieden ist, werden Details hervortreten. Daher werden die Mare sich im Vollmond gut gegen die angrenzenden helleren Gegenden abheben, ebenso selbst kleinere helle Ringgebirge innerhalb der Mare, während sehr bedeutende Wallebenen zwischen anderen Ringgebirgen verschwinden.

Da die Rotationsaxe des Mondes sehr nahe senkrecht steht auf der Bahnebene, so wird die Beleuchtungsgrenze nahe durch die Mondpole gehen und die Richtung des Meridians haben. Für die Topographie des Mondes wird es daher am zweckmassigsten, wenn die einzelnen Regionen in meridionaler Richtung dargestellt werden, indem hierbei, von West nach Ost fortschreitend, diejenigen Partien gleichzeitig beschrieben werden, welche in den aufeinander folgenden Phasen des Mondes nach und nach sichtbar werden. Eine gewisse Erleichterung ist dabei durch den Umstand geboten, dass sich die bedeutenden Mare leicht in zwei nahe im Meridian gerichteten Ketten anreihen. Andererseits entsteht eine rein didaktische Schwierigkeit aus dem Umstande, dass die nördliche und südliche Hemisphäre von einander wesentlich verschiedene Gestaltungsverhältnisse zeigen, indem die bedeutendste Ansammlung der Mare sich auf der nördlichen Halbkugel finden, während die südliche ungemein reich an Gebirgen ist, und in den erwähnten Ketten der Mare sich bedeutende Massengebirge ziemlich weit von Süden her einschieben.

Als eine Folge der grossen Gebirgsansammlungen in der Nähe des Südpoles ist zu erwähnen, dass das südliche Horn an der Beleuchtungsgrenze ziemlich unregelmässig mit Vorsprüngen und getrennten Lichtpunkten erscheint, während das nördliche Horn eine ziemlich regelmässig begrenzte Spitze darbietet.

In der Nähe des Nordpoles, diesen in einem weiten Bogen umziehend, erstreckt sich fast auf der ganzen sichtbaren Mondhemisphäre das *Mare Frigoris* [1]). Von dessen westlichem Rande aus erstreckt sich als

erster Meridiangürtel das *Mare Serenitatis*, *Mare Tranquillitatis* und *Mare Nectaris*, während sich von der Ostseite des *Mare Frigoris* her als

zweiter Meridiangürtel das *Mare Imbrium*, der *Oceanus Procellarum* mit seinen beiden südlichen Enden, dem *Mare Nubium* und *Mare Humorum* erstreckt.

Sowohl durch die verschiedene Grösse, als auch durch die verschiedene Lage dieser Mare wird die durch dieselbe erzeugte Eintheilung der Mondoberfläche keineswegs gleich; der westliche Gürtel bleibt ziemlich weit von dem westlichen Mondrande entfernt, von dem er zwischen + 30° Breite bis zum Nordpol durch Gebirgslandschaften getrennt ist. In der Aequatorealzone liegt hier noch eingeschoben das vollständig in sich abgeschlossene *Mare Crisium* und das südlich davon gelegene und mit dem *Mare Tranquillitatis* theilweise verbundene *Mare Foecunditatis*, und bildet so einen kleineren, aber nur in der Aequatorealzone liegenden, noch weiter westlich gelegenen Gürtel; doch ist es gestattet, trotz der ziemlich bedeutenden, immerhin aber durch nur weniger ausgedehnte Gebirgsmassen gebildeten Trennung zwischen dem *Mare Tranquillitatis* und dem *Mare Nectaris* einerseits und dem *Mare Foecunditatis* andererseits diese drei Mare als ein zusammengehöriges Gebilde dem *Oceanus Procellarum* des östlichen Gürtels an die Seite zu stellen.

Auch die beiden Gürtel selbst sind nicht durch einheitliche, zusammenhängende Gebirgsmassen von einander getrennt. Zwischen denselben erstreckt sich, allerdings von dem *Mare Frigoris* durch bedeutende Gebirgsstöcke ge-

---

1) Eine Karte in genügendem Maasstabe wiederzugeben, um die topographischen Verhältnisse erblicken zu können, stösst auf mancherlei Schwierigkeiten; eine Karte in kleinerem Maassstabe zu reproduciren, wäre für die Orientirung zwecklos gewesen, so dass es am gerathensten erschien, der topographischen Beschreibung die LOHRMANN'sche Mondkarte zu Grunde zu legen; Derjenige, der sich eingehender mit der Selenographie beschäftigen will, hat diese Karte ohnedem genau zur Verfügung.

schieden, eine schmälere meridionale Zone, deren einzelne Glieder theils mit dem westlichen, theils mit dem östlichen Gürtel zusammenhängen. Diese sind der *Palus Nebularum* und *Palus Putretudinis*, welche noch als Theile des *Mare Imbrium* angesehen werden können, aber andererseits westlich auch mit dem *Mare Serenitatis* zusammenhängen; dann weiter südlich die beiden mehr abgeschlossenen *Mare Vaporum* und *Sinus Medii* mit dem östlich vorgelagerten, schon mit dem *Oceanus Procellarum* zusammenhängenden *Sinus Aestuum*. Indem dieser mittlere Gürtel mit dem *Sinus Medii* nahe in dem Mittelpunkte der Mondscheibe schliesst, findet sich die auf der südlichen Hemisphäre befindliche ausgedehnte Gebirgsmasse zwischen dem *Mare Nectaris* und dem *Mare Nubium* in zwei, durch eine lichtere und weniger gebirgige, meridionale Zone getrennte Gruppen bis nahe zum Aequator vorgeschoben.

Endlich finden sich noch zwei bedeutende Mare, deren volle Ausdehnung sich allerdings dem Beobachter nie entfaltet, in unmittelbarer Nähe des westlichen Randes, das auf der Nordhemisphäre gelegene *Mare Humboldtianum* in der Breite des *Mare Frigoris* und das auf der südlichen Hemisphäre in etwa — 45° gelegene *Mare Australe*.

Von der grossen Menge der Gebirge und Krater wird es nun allerdings nur möglich, die wichtigsten zu erwähnen, wobei mehr Gewicht darauf gelegt werden muss, demjenigen, der sich für die Topographie besonders interessirt, ein allgemeines Uebersichtsbild zu geben, und ihm das Auffinden der einzelnen Objekte zu erleichtern, als eine Beschreibung der Gegenden zu geben.

Am Westrande, von der Polarregion bis zum *Mare Frigoris* findet sich eine ziemlich reiche Gliederung; in der unmittelbarsten Nähe des Poles die kleinere Wallebene Gioja und sodann die grosse und helle Wallebene Scoresby; von hier aus, zunächst dem Westrande die das *Mare Frigoris* westlich begrenzende Gruppe von Gartner und Thales; ferner Strabo und der rings von Kratern umgebene Endymion, im Westen zu gegen das *Mare Humboldtianum* abfallend; sodann Atlas und Hercules dicht aneinander, aber mit deutlich getrennten Wällen.

Das *Mare Humboldtianum*, von Mädler benannt, gehört wahrscheinlich dem grössten Theile nach schon der unsichtbaren Mondhemisphäre an; den sichtbaren Theil schätzt Mädler auf ca. 100000 □*km*; seine Farbe ist grau, gegen den Rand zu, wahrscheinlich in Folge optischer Einflüsse, etwas lichter.

Weiter südlich schliesst sich an Endymion eine weite, ziemlich flache, nicht besonders ausgezeichnete Gegend, die westlich (gegen den Rand zu) durch die beiden wenig hervorragenden Ringgebirge Volta und Oersted, südlich von einer kleinen Wallebene Mercurius, gegen Osten von Atlas, Franklin und Messala begrenzt ist, an welch letztere sich noch weiter nach Osten zu die Ringgebirge Schuhmacher, Struve, Berzelius und Hook anschliessen.

Südlich von Messala reiht sich eine Gruppe von Ringgebirgen aneinander, die eine etwas weitere, weniger gebirgige Formation einschliessen; dem Westrande zunächst, mit der grossen Ringebene Gauss beginnend, setzt sich diese Kette durch die Ringgebirge Bernoulli, Geminus und Burkhardt zur grossen und formenreichen Wallebene Cleomedes fort, welche durch ziemlich zahlreiche, sich nach allen Seiten erstreckende Gebirgszüge gegen das *Mare Crisium* abfällt.

Am Westrande schliesst sich an Gauss die im Meridiane verlaufende Kette der Ringgebirge Berosus, Hahn, Seneca und Plutarch an, welche in die ziemlich vielgestalteten Gebirgslandschaften übergeht, welche sich westlich vom *Mare Crisium* gegen den Rand zu ausdehnt. In dieser sind besonders hervor-

erheben die beiden Wallebenen Eimmart (am Nordrande des *Mare Crisium*) und westlich davon, nahe dem Mondrande, Oriani, ferner Alhazen am Westrande des *Mare Crisium* und nahe dem Südwestende desselben die Wallebene Condorcet.

Hieran schliesst sich eine grosse Gebirgsmasse, in welcher man unschwer zwei besonders hervortretende Bergreihen erkennt, von denen die eine Hansen, Neper und Schubert ziemlich nahe dem Mondrande verläuft, die zweite Auzout, Firmicus und Appollonius sich gegen das *Mare Foecunditatis* zu erstreckt.

Südlich vom Aequator von Schubert an sind die Wallebenen zu in der Richtung des Meridians streichenden Ketten angeordnet. Zunächst dem Westrande bildet die Kette von Schubert, Kästner, Lapeyrouse, Ansgarius, Behaim, Hekatäus mit immer wachsenden Durchmessern (nach MÄDLER von ca. 85 *km* Durchmesser des Kästner, bis 175 *km* Durchmesser des Hekatäus) und W. Humboldt die westliche Grenze eines sich in der Richtung des Meridians erstreckenden, ziemlich hellen, immerhin aber zahlreiche gebirgige Details und auch Wallebenen darbietenden Mondfläche, an deren östlichem Rande sich die drei grossen Wallebenen Langrenus, Vendelinus und Petavius erheben. Die drei letztgenannten Wallebenen sind nur die auffälligsten Gebilde unter einer grossen Zahl kleinerer, von denen das nördlich von Langrenus gelegene Ringgebirge auf der LOHRMANN'schen Karte als Mac Laurin bezeichnet ist.

Es mag gleich hier bemerkt werden, dass diese bei MÄDLER noch als von geschlossenen Ringgebirgen umgebene Wallebenen angegebenen Gebilde, sowie auch die meisten ähnlichen Gebilde gleicher Grösse in späteren, detaillirteren Karten wesentlich complicirter dargestellt sind. Zum grossen Theile hängt dies nur von der Genauigkeit der Zeichnung ab, wobei die bei der aufmerksamen Beobachtung immer zahlreicher hervortretenden Details eine Beschreibung nach Art derjenigen, welche MÄDLER seiner Mondkarte beigiebt, als auf die Dauer unhaltbar erkennen lassen. Insbesondere ist zu erwähnen, dass das Vendelinus genannte Gebilde eigentlich nicht eine Wallebene ist, sondern sowohl der Farbe als der Formation nach mehr als ein kleines, von einer grossen Zahl kleiner Ringgebirge umgebenes Mare zu erklären wäre.

Südlich von W. Humboldt und Petavius schliessen sich die beiden Bergreihen durch die beiden Legendre und Palitzsch genannten Gebilde (von denen das letztere, von MÄDLER ebenfalls als Wallebene bezeichnete, bei LOHRMANN nicht als solche erscheint), welche die südliche Grenze der erwähnten ausgedehnten, hellen in der Richtung des Meridians streichenden Mondfläche bilden. An diese schliessen sich dann die Gruppen Hase, Snellius, Stevinus und der bedeutende aber unregelmässig geformte Furnerius.

Westlich von diesem dehnt sich das *Mare Australe* aus, in dessen Fläche eine grosse Zahl kleiner und grosser Wallebenen sichtbar sind, unter denen Marinus und Oken besonders genannt sind.

Die östliche Begrenzung des Mare bildet, vom Furnerius und dem angrenzenden Fraunhofer ausgehend, eine Massengebirgsformation, die bereits zu den die südliche Hemisphäre ausfüllenden Gebirgsmassen zu zählen ist; das bedeutendste der bis an das *Mare Australe* anstossenden Ringgebirge ist Vega; als südlichste Grenze des Mare kann auf der sichtbaren Mondhemisphäre Hansen und Pontécoulant angesehen werden.

Von dem letzteren erstrecken sich längs des westlichen Mondrandes eine

Reihe von Gebirgslandschaften bis zum Südpol, welche kaum weniger bemerkenswerth als die in der Nähe des Nordpols aufgezählten sind, allein in den weitaus charakteristischeren allgemeinen Gebirgsformen der südlichen Halbkugel von untergeordneter Bedeutung sind, und von denen Boussingault und Boguslawski in der Karte besonders benannt sind.

Als eine zweite Reihe kann man die südlich vom *Mare Frigoris* mit Atlas und Herkules beginnende Reihe ansehen, welche sich bis zum *Mare Crisium* erstreckt, dann dieses und das *Mare Foecunditatis* einschliesst, und sich südlich von diesem bis zum Südpol erstreckt. Unmittelbar südlich von Atlas und Hercules schiebt sich noch der westliche Theil des *Lacus Mortis* vor, dessen südliche Grenze gegen den *Lacus Somniorum* durch einige minder bedeutende Gebirgszüge gebildet wird, welche im Westen ihre bedeutendste Erhebung im Oerstedt, Cepheus, Franklin und Berzelius erreichen. Von hier gelangt man nach Süden fortschreitend durch eine Reihe von Stufenlandschaften, welche in der südlichen Fortsetzung des *Lacus Somniorum* liegen, zum Macrobius und damit an das *Mare Crisium*.

Südlich vom Cleomedes und Macrobius dehnt sich das scheinbar allseitig wohl abgegrenzte, mit den übrigen dunklen Mondflächen nicht zusammenhängende *Mare Crisium* (von Hevel *Palus Maeotis* genannt) aus. Es ist das dunkelste der Mare und zeichnet sich durch seine eigenthümliche Farbe, einem mit dunkelgrün gemischten Grau aus. Seine Grösse ist etwa 170000 □*km*. In Folge seiner Abgeschlossenheit und der relativ grossen Helligkeit der umgebenden Gebirgslandschaften tritt es selbst in schwachen Fernröhren schon sehr deutlich hervor. Im Innern wird dasselbe von mannigfach verzweigten, aber der Hauptsache nach die Richtung von Nord nach Süd einhaltenden Bergadern durchzogen; unter den zahlreichen kleineren Erhebungen im Innern ist besonders zu erwähnen das etwas bedeutendere Ringgebirge Picard.

In den die Ost-, Südost- und Südgrenze des *Mare Crisium* bildenden, aus zahlreichen, Ringgebirgen sehr wenig ähnlichen Formen bestehenden Landschaften ist besonders der helle Proclus hervorzuheben, den Mädler als das nächst Aristarch hellste Ringgebirge bezeichnet, in welchem er bisweilen einen Centralberg zu sehen glaubte[1]. Bei Lohrmann ist hier jedoch von einem Ringgebirge kaum zu reden, und trägt es mehr den Charakter eines vielfach gegliederten Gebirgssystemes, welches gegen Süden zu in den ziemlich dunklen *Palus Somnii* abfällt, in dessen Innern allerdings eine einem Centralberge nicht unähnliche Formation sich zeigt. Hiermit stimmt auch überein, dass Mädler bemerkt, dass er trotz der bedeutenden Helligkeit des Proclus denselben nie in der Nachtseite des Mondes gesehen hat.

Der *Palus Somnii* kann wohl als ein Theil des *Mare Tranquillitatis* betrachtet werden, ist aber von demselben durch eine Reihe vorgelagerter Einzelberge, unter denen der bedeutendste und hellste Lyell ist, getrennt, und unterscheidet sich von demselben wesentlich durch seine specifisch gelbbraune Farbe. Ueberdiess ist derselbe mit Hügeln und Bergen von allerdings relativ geringer Höhe fast angefüllt, sodass er, abgesehen von seiner dunklen Färbung, welche die Bezeichnung als Palus (im Anschluss an die Mare) rechtfertigt, und auch Hevel zu einer ähnlichen Bezeichnung (als *Lacus Corocondametis*) veranlasst hat, eigentlich dem Charakter nach von dem Hügellande östlich und südlich vom *Mare Crisium* nur wenig unterscheidet.

---

[1]) l. c. pag. 222.

Dieses eben erwähnte Hügelland bildet die Grenze zwischen dem *Mare Crisium* und dem nunmehr folgenden, bedeutend grösseren, aber offenen

Mare Foecunditatis (nach HEVEL *Mare Caspium*), dessen Grösse etwa 560000 □ *km* beträgt. Im Norden ziemlich breit, verschmälert es sich östlich vom Vendelinus ganz bedeutend, und zieht von hier nahe in meridionaler Richtung bis zum Snellius.

Gegen das *Mare Tranquillitatis* zu ist es nur durch einzelne vorgelagerte untereinander durch bedeutende Verbindungskanäle getrennte Gebirgsstöcke abgegrenzt, unter denen besonders die grosse Wallebene Taruntius zu nennen ist. Allmählich werden diese Gebirgsstöcke immer gedrängter und bilden dann das Gebirgsmassiv, welches anfänglich nahe in derselben Richtung wie die Grenze zwischen dem *Mare Crisium* und *Mare Foecunditatis* verlaufend, dieses letztere von dem *Mare Nectaris* fast vollständig trennt. In diesem Gebirgsmassiv herrscht aber der Charakter der Wallebenen ziemlich deutlich vor; die bedeutenden und im Innern sehr hellen Ebenen Guttemberg mit einem im Westen gegen das *Mare Foecunditatis* zu durchbrochenen Walle, Goclenius, südlich die Gruppe Magelhaens, Columbus und Cook, von denen Columbus das bedeutendste ist repräsentiren die grössten und charakteristischsten Formen dieses Theiles des Gebirgsmassives. Von hier an wendet sich die Grenze des *Mare Foecunditatis* nahe meridional gegen Süden, ohne wesentlich den Charakter zu ändern. Die bedeutendsten Wallebenen dieses Theiles sind Monge, Santbech und Borda, welcher, an Snellius anschliessend, die südliche Grenze des *Mare Foecunditatis* bildet.

Die im Innern desselben befindlichen, dasselbe durchsetzenden Lichtstreifen zeigen nicht die mehr regelmässige Anordnung derjenigen des *Mare Crisium*, sondern sind unregelmässig vertheilt, wenngleich auch die meridionale Richtung vorzuherrschen scheint; auch finden sich zahlreiche höhere Berge und Ringgebirge, unter denen die bedeutendsten, im nördlichen breiteren Theile das Doppelringgebirge Messier und im südlichen, schmäleren das kleine aber helle Ringgebirge Biot zu nennen sind.

Oestlich von der Gruppe Goclenius, Magelhaens, Columbus, Cook und Monge zieht sich ein ziemlich weiter, heller Streifen, der sich eben durch die Farbe von den Mare wesentlich unterscheidet, und daher nicht wohl als ein Theil derselben, sondern viel eher als ein den Gebirgslandschaften analoges Hochplateau bezeichnet werden muss, und welches östlich in die bei Guttemberg liegende Kette der Pyrenäen übergeht und die westliche Grenze des *Mare Nectaris* bildet. Die Pyrenäen theilen sich gegen Süden in zwei minder scharf hervortretende Gebirgszüge, die zwischen sich das Ringgebirge Bohnenberger fassen, an das sich südlich das bereits erwähnte Santbech anschliesst.

Von Snellius und Borda beginnend, zieht in meridionaler Richtung bis gegen den Südpol eine Reihe von grösseren und kleineren Wallebenen, die ohne sich von den übrigen, sie umgebenden, besonders scharf zu trennen oder hervorzuheben, nichtsdestoweniger leicht in eine besondere Gruppe gebracht werden können; es sind dieses: Reichenbach, Rheita, Metius, Fabricius, Argelander, Steinheil; von diesen durch eine mehr ebene Fläche getrennt: Biela, Rosenberger, Vlack, Hagecius, Nearchus; daran grenzend aber schon mehr östlich ziehend Pitiscus, Hommel und gegen den Südpol zu Mutus, Manzinus, Simpelius und Schomberger.

Der breite, westliche Gürtel, welcher das *Mare Serenitatis* und das *Mare Tranquillitatis* einfasst, enthält auch den westlichen Theil des

Mare Frigoris; von Norden her erstrecken sich in der dieses umgebenden Landschaft der Arnold, Euctemon, Meton und südlich davon Archytas, Christ. Mayer und Democritus, welch letztere bereits die Nordgrenze des *Mare Frigoris* bilden. Dieses (nach Hevel *Mare Hyperboreum*) ist von grünlichgelber Farbe, an welcher es im Vollmonde leicht zu erkennen ist. In Folge seiner Ausdehnung im Parallel ist es im Gegensatze zu den übrigen Maren in kleineren Fernröhren als unscharf begrenzter Querstreifen in der Nähe des Nordpoles zu bemerken. Es ist durch eine Gruppe ziemlich dicht gedrängter Berge in seinem Innern, unter denen die Wallebene Protagoras besonders bemerkenswerth ist, ziemlich deutlich von dem östlichen Theile getrennt.

Südwestlich ist das *Mare Frigoris* mit dem *Lacus Mortis* verbunden, jedoch durch eine Reihe von einzelnen Bergen, die sich zwischen Hercules im Westen und Baily im Osten hinziehen, stellenweise getrennt. Die Grösse des *Lacus Mortis* ist etwa 42000 □*km*, seine Farbe etwas heller als diejenige der übrigen grossen, dunklen Flächen, aber von der Umgebung noch deutlich dunkler hervorgehoben; unter den im Innern sich erhebenden einzelnen Bergspitzen, Bergrücken und Kratern ist bemerkenswerth die Wallebene Bürg. Gegen Süden zu ist der *Lacus Mortis* durch ziemlich dicht gedrängte Bergketten, zwischen denen sich die beiden dicht aneinander befindlichen Wallebenen Plana und Mason und etwas davon entfernt der etwas kleinere aber sehr helle Barth befinden, von dem *Lacus Somniorum* (nach Hevel *Lacus Borysthenes*) getrennt. Dieser ist bereits als ein Theil des *Mare Serenitatis* anzusehen. In der breiten Verbindung, welche zwischen Plana und Posidonius stattfindet, sind nur spärliche Einzelberge, und nur eine bedeutendere Ringebene Hencke zu erwähnen.

Das mächtige Massiv, welches sich zwischen *Mare Frigoris* einerseits und dem *Mare Serenitatis* und *Mare Imbrium* andererseits erstreckt, ist im westlichen Theile breiter und wird gegen Osten zu (in den Alpen) schmäler; eine strenge Grenze lässt sich nicht wohl ziehen; nimmt man als Grenzlinie zwischen den beiden Theilen eine Linie, welche im Süden durch die Scheidungslinie der beiden *Mare Serenitatis* und *Imbrium* und im Norden durch die erwähnte Trennungslinie der beiden Theile des *Mare Frigoris* geht, so fällt dieselbe mit der Verbindungslinie der beiden Krater Egede und Calippus zusammen. In dem westlichen Theile befinden sich die beiden grossen und bedeutenden Wallebenen Aristoteles und Eudoxus. In dem östlich von diesen gelegenen Theile zwischen Egede und dem *Palus Nebularum* unterschied Schröter 50 Hügel; Beer und Mädler schätzen die Zahl der in ihrem viel lichtstärkeren Fernrohre bei 160maliger Vergrösserung sichtbaren Lichtpunkte auf 7 bis 800[1].

Der südwestlich von Eudoxus gelegene Theil flacht sich allmählich ab, während der südöstlich gelegene Theil sich zwischen das *Mare Serenitatis* und *Mare Imbrium* vorschiebt, hier als ein bedeutendes Massengebirge erscheint, und von Mädler als eine Zusammendrängung hoher Gipfel (bis zu 5800 *m*) auf einer relativ kleinen Fläche, Caucasus genannt wurde; das höchste Ringgebirge in demselben ist der bereits genannte Calippus.

Südlich von dem zwischen Calippus und Plana befindlichen Gebirgssystem dehnt sich das bedeutende *Mare Serenitatis* (nach Hevel *Pontus Euxinus*) in einer Fläche von ungefähr 330000 □*km* aus. Die Fläche theilt sich der Farbe nach in zwei Theile: der äussere Theil gegen das umgebende Gebirge hin hat

---

[1]) l. c., pag. 238.

ein ziemlich dunkles Grau; der innere Theil, ca. 220000 □*km* gross, zeigt zur Zeit des Vollmondes ein schönes durchaus gleichartiges lichtgrün.

Die das Mare umziehenden Gebirge sind an drei Stellen durchbrochen; im Südwesten gegen den *Lacus Somniorum*, im Norden gegen das *Mare Tranquillitatis* und im Osten gegen den *Palus Putretudinis*.

Im Innern befinden sich zahlreiche Lichtstreifen, mehr oder weniger grosse und deutliche Erhebungen und Gebirge, darunter die beiden Ringgebirge Bessel (etwas südlich von der Mitte) und Linné[1]) östlich, in der Nähe der Verbindung mit dem *Palus Putretudinis*. Unter den erwähnten Lichtstreifen ist ein besonders breiter von der Südgrenze (dem Menelaus) gegen Bessel[2]) ziehend und über diesen hinaus durch das ganze Mare bis zur nördlichen Grenze verfolgbar.

Die östliche Grenze des *Mare Serenitatis* gegen das *Mare Imbrium* zu wird von dem bereits erwähnten Caucasus gebildet; jenseits der erwähnten Durchbrechung beginnen die Appeninen, deren Hauptstock sich nach Osten zwischen das *Mare Vaporum* und *Mare Imbrium* vorschiebt, und erst später behandelt wird. In dem westlich gelegenen, niedrigeren Theile findet sich östlich von Linne das Ringgebirge Fresnel, dann südlich eine Berggruppe Halley und, schon mehr dem östlichen Hauptstock angehörig die beiden Ringgebirge Aratus und Conon. Westlich von diesen beiden nimmt das Gebirge an Höhe ab, obzwar die Zahl der Gipfel eine ausserordentlich grosse ist (MÄDLER schätzt dieselbe auf 2 bis 3000). Allmählich nehmen die Berge jedoch wieder an Höhe zu und es setzt sich nach Westen der schmale aber langgestreckte südöstliche Kamm des Hämusgebirges als Südgrenze des *Mare Serenitatis* fort; so mannigfaltig die Formationen hier sind, so dass im Allgemeinen Wallebenen nicht so häufig gefunden werden, so herrscht doch, ebenso wie bei den Appeninen, die Form kurzer Gebirgsketten mit vorwiegend von Südost nach Nordwest gerichteter Streichungsrichtung vor.

Gegen das *Mare Serenitatis* zu sind hier kleine aber helle Krater vorgelagert: beim Beginn des Hämus der Sulpicius Gallus und am südlichsten Punkte des *Mare Serenitatis* der Krater Taquet; etwa in der Mitte zwischen beiden, ebenfalls unmittelbar an dasselbe Mare angrenzend die grosse Wallebene Menelaus.

Bei dem Krater Taquet stösst der südöstliche Gebirgszug des Hämus mit dem Hauptstocke zusammen, der sich von Südwest nach Nordost zwischen Plinius und Boscowich erstreckt, dabei aber aus einzelnen, durch bedeutende Querthäler getrennten, in der darauf nahe senkrecht stehenden Streichrichtung verlaufenden Bergketten besteht; die Grenze des *Mare Serenitatis* bildet nur ein kleiner Theil dieses Stückes bis zum Promontorium Acherusia.

Von hier aus findet sich eine weite offene Verbindung zwischen dem *Mare Serenitatis* und *Mare Tranquillitatis*, indem die die westliche Grenze bildenden Gebirgszüge nur einen wenig nach Osten vorspringenden Zug bis zum Cap Chamisso entsenden.

Die westlich vom *Mare Serenitatis* gelegenen Gebirge beginnen südlich vom *Lacus Somniorum* mit der mächtigen Wallebene Posidonius, eine der grössten Ringflächen des Mondes von über 100 *km* Durchmesser, von welcher sich gegen

[1]) Vergl. hierzu pag. 279.
[2]) Vergl. hierzu pag. 274.

Süden eine grosse Anzahl von Wallebenen und Bergketten erstrecken, unter denen besonders Römer zu nennen ist; weiter gegen Süden zu schiebt sich in das *Mare Tranquillitatis* eine bedeutende Gebirgskette vor, der Taurus, in welchem die Ringgebirge Littrow, Maraldi und Vitruvius zu nennen sind, welche mit den bereits erwähnten, westlich gegen den Macrobius zu gelegenen Gebirgszügen nicht verbunden sind, sondern einen Busen des *Mare Tranquillitatis* einschliessen, der mit diesem bei Maraldi durch eine ziemlich enge Strasse verbunden ist.

Der an diese westliche Gebirgsgruppe grenzende Theil des *Mare Serenitatis* ist hier am dunkelsten und bildet, zwischen Cap Chamisso und Plana ziehend, eine tief dunkle, von lichten Streifen mehrfach durchzogene Zone, deren westliche Grenze auch als Grenze gegen den *Lacus Somniorum* angesehen werden kann und welche östlich von Römer eine ziemlich bedeutende, ebenso dunkle Bucht bildet, in welcher der isolirte Krater Le Monnier liegt.

Südlich von *Mare Serenitatis* liegt das *Mare Tranquillitatis* (nach Hevel mit zum *Pontus Euxinus* gehörig), von nahe derselben Grösse wie das erstere, wesentlich durch die reine graue Farbe unterschieden und viel weniger scharf begrenzt; namentlich gegen Westen mit dem *Mare Foecunditatis* durch zahlreiche Canäle verbunden, zwischen denen einzelne Berge und Bergrücken hindurchziehen, die sich sowohl in das *Mare Foecunditatis* wie namentlich in das *Mare Tranquillitatis* weit hinein erstrecken. Nicht nur zahlreiche Einzelberge, sondern auch Wallebenen finden sich im *Mare Tranquillitatis*; in der unmittelbarsten Nähe des Promontorium Acherusia die grosse Wallebene Plinius von nahe 50 *km* Durchmesser mit nach Norden geöffnetem Walle und im Innern von vielen Kratern erfüllt; leicht in jeder Beleuchtung sichtbar. Südlich vom Plinius, im östlichen Theile des *Mare Tranquillitatis* die Ringgebirge Ross und Arago; weiters Janssen, westlich von Plinius, und Maskelyne im südlichen Theile des *Mare Tranquillitatis* in der Nähe des Einganges gegen das *Mare Nectaris*.

Die östliche Grenze des *Mare Tranquillitatis* gegen das *Mare Vaporum* zu bildet von dem bereits erwähnten südöstlichen Zuge des Hämus eine Reihe sehr deutlicher, aber wenig zusammenhängender Ringgebirge; an den Haemus schliesst sich zunächst die grosse Wallebene Julius Caesar, seiner Farbe nach ebenfalls mehr ein von vielfach zerklüfteten Bergen umschlossenes Mare; diesem östlich anschliessend der denselben Charakter tragende, etwas kleinere Boscowich, und westlich davon das kleine, aber deutliche Ringgebirge Sosigenes.

Weiter südlich findet sich hier eine von West nach Ost ziehende, nur durch wenige niedrige Gebirge unterbrochene Verbindung zwischen dem *Mare Tranquillitatis* und dem *Mare Vaporum*; das bedeutendste dieser Gebirge ist der dem *Mare Tranquillitatis* unmittelbar anliegende Ariadaeus; jenseits, im Süden dieser Strasse, sind die Ausläufer der von der südlichen Hemisphäre vorgeschobenen Gebirgslandschaften; die am deutlichsten hervortretenden Ringgebirge sind hier, die südliche Grenze das *Mare Tranquillitatis* bildend: Dyonisius, Ritter und Sabine; weiter südlich Theon der ältere, Theon der jüngere und Delambre und westlich davon eine ziemlich helle Fläche, deren südlichste Spitze Hypathia eine, nur theilweise geschlossene, unregelmässig geformte Wallebene bildet.

Westlich von diesem Gebirgsstock zieht ein breiter und langer Canal, in dessen Mittellinie gegen Süden zu das Ringgebirge Toricelli gelegen ist, das *Mare Tranquillitatis* mit dem *Mare Nectaris* verbindend. Die westliche Grenze dieses Canals wird durch eine, einen Gebirgsstock darstellende Formation gebildet, welche von dem westlichen, dem Guttemberg und Goclenius anschliessenden Bergrücken durch eine einem Busen des *Mare Foecunditatis* gleichende Fläche getrennt ist. Im Norden dieses Gebirgsstockes liegt der nicht eigentlich als Ringgebirge zu bezeichnende Censorinus (am nördlichen Eingange des Canals), und im Süden Isidorus und Capella, von denen jedoch nur der erstere als eigentliche Wallebene bezeichnet werden kann.

Das *Mare Nectaris* (nach HEVEL *Sinus extremus Pontis)*, etwa von der Grösse des *Mare Foecunditatis*, wird durch eine Einengung, welche durch die beiden vorspringenden Wallebenen Isidorus und dem gegenüberliegenden Theophilus entsteht, in einen kleineren nördlichen und einen etwas grösseren südlichen Theil zerlegt. Der nördliche Theil[1]) hat als westliche Grenze die zwischen Censorinus und Isidorus ziehenden Bergrücken; im Süden kann seine Grenze bei Toricelli gesetzt werden, im Osten sind es Gebirgszüge, die sich südlich von Hypathia in meridionaler Richtung erstrecken, in welcher nur das Ringgebirge Alfragan auf der Karte bezeichnet erscheint. Hier erstreckt sich das *Mare Nectaris* als ein besonderer Busen zwischen diesen Gebirgszügen im Osten und dem Theophilus und dem südlich angrenzenden Cyrillus im Westen ziemlich weit nach Süden bis zu der östlich vom Cyrillus stattfindenden Verbindung der beiderseitigen Gebirgszüge. Im Innern dieses Busens ist noch das Ringgebirge Kant zu erwähnen.

Der südliche Theil des Mare, in dessen Eingang zwischen Isidorus und Theophilus das kleine, nach Süden offene Ringgebirge Mädler liegt, wird im Westen von den schon angeführten Gebirgszügen Pyrenäus, Bohnenberger, Santbech begrenzt; östlich erstreckt sich nahe in der Richtung des Meridians die Gruppe der drei zusammenhängenden grossen und hellen Wallebenen Theophilus, Cyrillus und Katharina, von denen als eigentliche Wallebene nur der nördlichste, über 100 *km* im Durchmesser fassende Theophilus angesehen werden kann, während die beiden anderen als von unregelmässig verlaufenden Bergzügen ziemlich unvollständig begrenzte Landschaften anzusehen sind. Die von Katharina südwestwärts sich erstreckende Grenze ist reich an einzelnen, ziemlich grossen Ringgebirgen, unter denen als grösste Beaumont zu nennen ist. Als das südwestlichste Ende dieses Gebirgszuges erscheint die nach Norden offene, im Innern dunkle Mondgegend Fracastor, welche bereits MÄDLER als den südlichsten Busen des *Mare Nectaris* bezeichnet.

Parallel mit dem zwischen Cyrillus und Fracastor streichenden Gebirgszuge erstreckt sich von Katharina ein zweiter, der Formation nach ähnlicher Gebirgszug, welcher in hoher Beleuchtung verschwindet und daher von HEVEL und RICCIOLI noch nicht gekannt war, der Altai gegen Südwesten, in welchem sich das kleine Ringgebirge Polybius bemerklich macht, und welcher im Nordwesten in die grosse Wallebene Piccolomini endet. Unter den diesen umgebenden Ringgebirgen sind noch im Westen die Wallebene Neander und im Süden Stiborius hervorzuheben.

---

[1]) Dieser Theil des *Mare Nectaris* wird von MÄDLER noch zum *Mare Tranquillitatis* gezählt. SCHMIDT hat denselben zum *Mare Nectaris* gezogen.

Weiter gegen Süden reihen sich die Gebirge in regellosen Massen aneinander, so dass hier die Orientirung ziemlich schwer wird. Schreitet man dabei so fort, dass man möglichst alle Gebirgsformationen berücksichtigt, welche westlich von demjenigen Meridiane liegen, welcher die östliche Grenze des *Mare Nectaris* bildet, wobei naturgemäss nicht eine strenge, im Meridiane verlaufende Grenze eingehalten werden kann, wenn man nicht etwa zusammengehörige Gruppen trennen will, so trifft man südlich von Altai zunächst eine aus seitlich wallartig abfallenden, aber durchaus nicht kreisförmig, sondern in unregelmässigen Figuren angeordneten Berghängen bestehenden Landschaft, in welcher MÄDLER ein Ringgebirge Pons erwähnt, welches aber auf der LOHRMANN'schen Karte keinesfalls diesen Charakter trägt. Weiter südlich folgen dann die zu einer ziemlich zusammenhängenden Gruppe vereinigten grossen Wallebenen Zagutt, Lindenau, Rabbi Levi und Riccius, von denen jede, mit Ausnahme des etwas kleineren Lindenau nahe 80 *km* Durchmesser hat. Weiter nach Süden folgt eine etwas lichtere Gegend, in welcher nebst zwei kleineren, östlich gelegenen, auf der Karte noch nicht benannten Ringgebirgen die beiden etwas grösseren, westlich gelegenen Nicolai und Spalanzani nebst einer grossen Zahl kleiner isolirter Bergkegel liegen.

Gegen den Südpol zu reihen sich weiterhin Wallebenen von beträchtlicher Grösse dicht aneinander und ist nur der sehr bedeutende Bacon bereits in der LOHRMANN'schen Karte benannt.

Oestlich vom *Mare Nectaris* schliessen sich südlich an Delambre und Alfragan an: Taylor, dann durch eine breite, hellere gegen Kant zu verlaufende Zone getrennt: Dollond und Descartes; weiter südlich die charakteristische, ein *Y* bildende Gruppe der sechs grossen Wallebenen Abulfeda, Tacitus, Almamon, Geber, Abenezra und Azophi; südwestlich der kleinere Fermat und die grosse, nach Norden und Süden offene Landschaft Sacrobosco, eine Fläche, aus deren Innerem drei bedeutende Ringgebirge emporsteigen.

Weiter gegen Südosten von Abenezra und Azophi setzt sich die Kette fort in Playfair und Apianus, von welchem aus ein nach Norden offenes Ringgebirge die Verbindung mit der Wallebene Werner, welche bereits der östlichen Kette angehört, herstellt.

Südlich von Sacrobosco und Apian finden sich eine Reihe kleiner, von relativ hohen Wällen umgebener Ebenen, sodann drei grössere Wallebenen Pontanus, Poisson und Gemma; südwestlich Büsching und Busch, südlich davon die grosse und eigenthümliche Fläche des Maurolycus, welche allseitig von mit Kratern und kleineren Ringebenen besetzten Wällen umgeben und im Innern mit vielen Einzelgebirgen und Ringgebirgen, darunter ein besonders hervortretendes, nahe centrales, besetzt ist. Südwestlich von Maurolycus anstossend: Baroccius; südlich davon die Gruppe Clairaut, Breislac und Bacon, südwärts von welcher sich eine weitere mehr gleichmässig von einer grösseren Zahl isolirten Wallebenen besetzte Fläche gegen den Südpol zu ausdehnt.

Südöstlich vom *Mare Serenitatis*, von diesem durch die nordöstliche Kette des Hämus und den westlichen Ausläufern der Appeninen getrennt, ist das *Mare Vaporum* (nach HEVEL *Propontis*), weniger dunkel als die übrigen Mare nur nach Norden abgeschlossen; nach Westen mit dem *Mare Tranquillitatis*, nach Süden mit dem *Sinus Medii*, und nach Osten mit dem *Sinus Aestuum* verbunden

Bereits im Innern des Mare liegt die schon früher erwähnte Wallebene Boscowich; und nordöstlich davon, an den Abhängen der Appeninen, die ca. 40 *km* im Durchmesser fassende Wallebene Manilius, von welcher aus sich gegen Westen eine Einbuchtung erstreckt, welche die beiden bereits mehrfach angeführten Gebirgszüge des Hämus von einander trennt.

In dem nördlich von Sosigenes, Julius Caesar, Boscowich verlaufenden Verbindungskanal des *Mare Tranquillitatis* und *Mare Vaporum* verläuft die mächtigste und am frühesten bekannte Mondrille vom Ariadäus zu der wenig hervortretenden Landschaft Silberschlag; an dieser Stelle unterbrochen, setzt sie sich etwas weiter südlich beginnend, in nordöstlicher Richtung wieder fort bis zu dem Mondkrater Hyginus im Innern des *Mare Vaporum*. Diesen durchsetzt sie so, dass sie den Wall sprengt, und im Innern mit erhöhten Rändern hervortritt, wo sie in eine gegen die frühere um 120° geänderte Richtung übergeht; auf ihrem Wege durchsetzt sie jederseits vom Hyginus noch mehrere kleinere Krater in derselben Weise.

Gegen Südosten ist das *Mare Vaporum* durch einen breiten Kanal, in dessen Innern sich die Wallebene Triesnecker befindet, mit dem *Sinus Medii* verbunden, welcher die Mitte der sichtbaren Mondscheibe einnimmt; seine Grösse ist ungefähr 34000 □ *km*. Mädler machte darauf aufmerksam, dass in diesen Landschaften die Libration so gut als gar keinen, und der Phasenwechsel den möglichst geringen Einfluss auf die jedesmalige Ansicht hat, so dass die Wahl einer in demselben liegenden Landschaft zur Bestimmung der Librationserscheinungen gegenüber den älteren Bestimmungen, zu welchen hierfür Manilius gewählt worden war, vorzuziehen wäre; die spätere Wahl des Kraters Moesting A[1]) zu diesen Bestimmungen trägt diesem Umstande vollständig Rechnung.

Die nordöstlichen Grenzen des *Sinus Medii* gegen den *Sinus Aestuum* hin sind keineswegs scharf, sondern mehr durch ein breites, flaches Mittelgebirge gebildet, aus welchem sich eine Reihe grösserer Wallebenen, insbesondere gegen den *Sinus Medii* zu, ablösen. Am nordöstlichen Theile sind es die an dem Verbindungskanale zwischen *Mare Vaporum* und *Sinus Medii* gelegenen Ukert, Bode, Pallas und der schon im Innern des *Sinus Medii* gelegene Chladni; dann im südöstlichen Theile der nach Norden offene Sömmering und der wohl abgeschlossene, sehr deutliche Moesting (mitunter auch als Maestlin bezeichnet), während gegen den *Sinus Aestuum* zu die Landschaft weniger den Charakter von Wallebenen zeigt, wie denn auch die Landschaft Schröter nicht als solche bezeichnet werden kann.

Die Südost- und Südgrenze des *Sinus Medii* wird von den von Süd her eindringenden Mondlandschaften der Südhemisphäre gebildet. Am weitesten gegen Norden reichen hier die beiden Wallebenen Agrippa und Godin; sodann durch mächtige, steil abfallende, der Quere nach verlaufende Bergketten von ihnen getrennt, Rhaeticus und Reaumur zwischen welchen sich eine Einbuchtung des *Sinus Medii* bis gegen Hipparch vorschiebt, und noch weiter südlich die dem Ptolemäus vorgelagerte Wallebene Herschel, von welcher

[1]) Es mag erwähnt werden, dass Mädler zur Bezeichnung einzelner nicht besonders benannter Objekte in der Umgebung anderer bereits benannter die Bezeichnung durch grosse und kleine lateinische und durch griechische Buchstaben wählte.

aus nach Nordosten zu gegen Moesting sich eine ziemlich gut begrenzte Ringfläche, eine Art Wallebene ausdehnt.

Diese hier beschriebenen Züge hängen jedoch mit denjenigen, welche sich von der Ostgrenze des *Mare Nectaris* erstrecken, nicht unmittelbar zusammen, sondern sind durch einen breiten, von Bergen nur wenig durchsetzten Kanal getrennt, der seinen Ursprung aus dem Verbindungskanale des *Mare Tranquillitatis* und *Mare Vaporum* nimmt, in nahe meridionaler Richtung südlich zieht, und bei der grossen Wallebene Hipparch endet. 150 *km* im Durchmesser, etwa 17000 □ *km* an Fläche fassend, bildet dieser eine »Musterkarte der allerverschiedensten Mondformationen«[1]. Denselben Charakter trägt der südlich mit ihm durch verschiedenartige und verschieden gerichtete Gebirgszüge verbundene Albategnius; MÄDLER bezeichnet diesen im Gegensatze zu Hipparch als wahre Wallebene von 50 *km* Durchmesser, wogegen die LOHRMANN'sche Karte einen solchen Unterschied nicht erkennen lässt; auch der südlich angeschlossene Parrot, der nach der letzteren jedenfalls kleiner als Albategnius ist, dem aber MÄDLER eine Grösse von nahe 70 *km* zuschreibt, gehört seinem Charakter nach mit zu dieser Gruppe.

Eine ganz ähnliche Gruppe von drei von Nord nach Süd sich erstreckenden Ringgebirgen bietet sich in dem Ptolemäus von nahe 190 *km* Durchmesser und nahe 24000 □ *km* Fläche, dessen Inneres von zahlreichen lichten Bergadern durchzogen ist, Alphonsus, dessen innere Fläche einen merkwürdigen Wechsel von hellen und dunklen Partien zeigt, und der kleinste, aber immerhin noch über 100 *km* Durchmesser fassende Arzachel. Zu dieser Gruppe gehört noch der östlich zwischen den beiden letzteren gelegene, bereits in das *Mare Nubium* vorspringende, wesentlich kleinere, aber viel schärfer kreisförmig begrenzte Alpetragius.

Beide Ketten lassen sich nach Süden verfolgen in eine westlich gelegene aus kleineren Wallebenen bestehende, und eine östliche, deren Wallebenen nahe dieselbe Grösse erreichen wie Ptolemäus. In der ersten Kette findet man durch eine Reihe kleinerer Wallebenen und Kettengebirge, worunter Airy, verbunden: La Caille, Blanchinus und der bereits genannte Werner, ca. 70 *km* im Durchmesser, nach MÄDLER eines der höchsten Ringgebirge des Mondes mit gegen 4000 *m* hohen Wällen und von bedeutender Helligkeit, stellenweise so stark glänzend wie Aristarch; an Werner unmittelbar anschliessend der noch etwas grössere Aliacensis, von ungefähr 180 *km* Durchmesser, aber weniger hell wie jener.

Die Fortsetzung der östlichen Kette, südlich von Arzachel, ist von dieser durch ein weniger gebirgiges Plateau getrennt, an dessen östlicher Seite sich der mässig grosse Thebit findet, welcher durch einen von Südost nach Nordwest ziehenden Querwall in einen kleineren östlichen und einen grösseren westlichen Theil geschieden ist. Weiter südlich erscheint die grosse nach Norden offene Wallebene Purbachius, daran schliessend eine eher als Gebirgslandschaft wie als Wallebene zu bezeichnende Gegend Regiomontan, deren Begrenzung durch die Fortsetzung der Wälle der umgebenden Wallebenen gebildet wird, und zwar nördlich von Purbachius, Blanchinus und Werner und südlich von de

[1]) MÄDLER l. c., pag. 344.

grossen Wallebene Walter mit vielfach durchbrochenen Wällen und im Innern zahlreichen einzelnen Spitzen und Bergrücken, sowie auch von helleren Bergadern mehrfach durchsetzt.

Südlich schliesst sich an Walter eine grosse Zahl verschieden geformter, sich mehrfach gegenseitig durchschneidender Wallebenen, deren Wälle in Folge dessen häufig nicht mehr die reine Kreisform behalten, unter denen westlich Nonius und Fernelius, östlich Le Verrier und Nasir Eddin zur grossen Wallebene des Stöfler hinführen, in dessen Wällen sich mehrfach kleinere Ringgebirge und Kettengebirge in verschiedenen Richtungen anreihen, wie denn die ganze Formation nur im Grossen und Ganzen als Wallebene bezeichnet werden kann. Licetus, Cuvier, die von diesen durch eine ziemlich ebene Parthie getrennten Lilius und Jacobi, südlich Zach, Pentland, Curtius verbinden diese Kette mit den Südpolarlandschaften der bereits genannten Simpelius und Schomberger.

Die östliche Gruppe der Nordpolarlandschaften, deren Charakter von denjenigen der westlichen Gruppe nicht wesentlich verschieden ist, enthält die beiden grossen Wallebenen Barrow und Anaxagoras von bedeutender Helligkeit; südlich von letzterer Epigenes; noch weiter südlich, die Grenze des *Mare Frigoris* bildend, die sehr helle Wallebene Timaeus und, davon durch eine wilde, vielfach zerklüftete Berggegend getrennt, welche Mädler merkwürdigerweise als ein »Quadratgebirge, dessen mauerähnliche geradlinige Bildungen den Beobachter in das höchste Erstaunen setzen«[1]) bezeichnet, die Wallebene Fontenelle.

Das *Mare Frigoris*, dessen östlicher Theil sich von dem westlichen weder in der Farbe noch in der Gestaltung unterscheidet, reicht östlich bis zum Harpalus, der die Grenze gegen den *Sinus Roris* bildet. Im Süden wird es gegen das *Mare Imbrium* durch Gebirge getrennt, welche sich von denjenigen der Nordpolarlandschaften nicht wesentlich unterscheiden; aus denselben sind eine Reihe kleinerer und grösserer Wallebenen hervorzuheben. Westlich von Harpalus schliesst sich das kleine Ringgebirge Bouguer an und der etwas grössere Condamine; sodann mit diesen beiden ziemlich genau ein Parallelogramm bildend, südlich vom ersteren Bianchini und vom letzteren Maupertuis, von welchem einzelne Gebirgszüge in das *Mare Imbrium* vorspringend, das Cap Laplace bilden.

Weiter westlich treten mehr vereinzelte Berge auf, zwischen denen eine Verbindung des *Mare Frigoris* und *Mare Imbrium* stattfindet; hierauf folgen wieder grössere Gebirgsansammlungen gegen das *Mare Frigoris* zu, welchen sich, von Süden an das *Mare Imbrium* grenzend, die grosse Wallebene Plato vorlagert, ein stahlgrauer Fleck von ca. 100 *km* Durchmesser, dessen Inneres fast ebenso dunkel wie die beiden Mare ist. Die an Plato östlich grenzenden Gebirgszüge werden von Mädler als zu den höchsten der Mondoberfläche gehörig angeführt, indem sie nach ihm eine Höhe bis zu 4500 *m* erreichen.

Westlich von Plato erheben sich die Alpen, deren höchster Punkt sich auf 3600 *m* erhebt; die höchsten Punkte sind von Lohrmann als Pic Agassiz, Pic Deville und Montblanc bezeichnet worden; sie grenzen direkt an das *Mare Imbrium*. Besonders merkwürdig ist ein den ganzen Gebirgsstock durch-

[1]) l. c., pag. 287.

setzendes, nahe in der Richtung des Paralleles verlaufendes Thal, welches östlich von Egede beginnt und sich bis zu den beiden begrenzenden Maren hinzieht.

Das *Mare Imbrium* (nach HEVEL *Mare Mediterraneum*), mit Hinzuziehung der *Palus Nebularum, Palus Putretudinis* und *Sinus Iridum* das zweitgrösste der Mondmare; seine Fläche beträgt nahe 900000 □ *km*, ist also nahe dreimal so gross wie das *Mare Serenitatis* und fünfmal so gross wie das *Mare Crisium*. Von der südlich eben beschriebenen Grenze, die sich von Bianchini über den Plato und die Alpen erstreckt, löst sich, bereits in das Mare hineinragend, die ziemlich grosse und gut hervortretende Wallebene Dom. Cassini ab, welche jedoch weder bei HEVEL noch bei RICCIOLI, sondern erst auf der Karte von DOMINIQUE CASSINI vorkommt, weshalb SCHRÖTER glaubte, sie sei erst um diese Zeit entstanden, und von CASSINI entdeckt worden, dessen Namen er ihr beilegte[1]).

Der nordwestliche Theil des *Mare Imbrium*, gegen dieses nur durch einige wenige, sich bogenförmig erstreckende Bergzüge getrennt, in denen sich ein als Kirch bezeichneter, aber nicht sonderlich auffälliger Punkt befindet, und welcher im Süden in das grosse Ringgebirge Archimedes endigt, bildet den *Palus Nebularum*, in welchem sich eine grosse Anzahl von Hügeln und niedrigen, lichten Bergadern erstrecken. Zu bemerken sind insbesondere als einzelne Bergspitzen der östlich von Cassini gelegene kleine, aber sehr helle Pico und das südwestlich gelegene kleine Ringgebirge Theätet; dann weiter gegen Süden die beiden Wallebenen Aristillus und Autolycus und südlich von diesem eine bedeutendere, allerdings nicht sehr hohe Gebirgsreihe als Grenze gegen den südlich gelegenen *Palus Putretudinis*. Dieser ist im allgemeinen etwas besser abgeschlossen wie der *Palus Nebularum*, indem sich im Osten gegen das *Mare Imbrium* zu ziemlich bedeutende Bergmassen finden, die im Süden bis zum Archimedes reichen, einer grossen Wallebene von über 80 *km* Durchmesser und gegen 5000 □ *km* Fläche. Das Innere derselben zeigt keine bedeutenden Erhebungen, ist aber durch zum Aequator parallel laufende Streifen in drei hellere und vier dunklere Zonen getheilt, die miteinander abwechseln; doch sind auch die helleren Zonen nicht von derselben Helligkeit, und insbesondere ist die nördlichste helle Zone weniger gegen die umgebenden dunklen abgehoben.

Die innere Fläche des eigentlichen *Mare Imbrium* enthält verhältnissmässig wenig Bergketten, hingegen einige bedeutende Einzelberge, Ringgebirge und Wallebenen. Südlich vom Cap Laplace findet man zwei nahe gleich grosse Ringgebirge, von denen das östliche Helicon ist, und noch weiter südlich, nahe im selben Meridian ein kleiner aber heller Krater Carlini. Noch weiter südlich erstrecken sich, im weiten Bogen, bei Archimedes beginnend, mitten durch das *Mare Imbrium* die beiden Ringgebirge Tymocharis und Lambert; östlich davon zwei einzelne Berge Lahire, und weiter ab das Ringgebirge Delisle; sodann in einem zweiten Bogen bezw. südlich von den drei letzgenannten die drei folgenden Ringgebirge: Pytheas, Euler und Diophantus, unter denen Euler das bedeutendste ist.

---

[1]) Vergl. hierüber das später, pag. 277, Gesagte.

Die südwestliche Grenze des *Mare Imbrium* gegen das *Mare Vaporum* bilden die Appeninen. Der östliche Theil ist bedeutend höher und fällt steil gegen den *Palus Putretudinis* und das *Mare Imbrium* ab. Die bedeutendsten Erhebungen und Ringgebirge sind hier der bereits erwähnte Fresnel, sodann Hadley, weiters Bradley, wo die die Grenze des *Palus Putretudinis* bildende Gebirgskette anstösst; weiter östlich Huygens mit dem gleichnamigen Cap; Ampère und gegen Osten Wolf, welcher durch eine weniger stark vorspringende Hügelkette mit der grossen Wallebene Eratosthenes, dem »mächtigen Schlussstein des Appeninengebirges« von nahe 70 *km* Durchmesser und einem bis 4800 *m* sich erhebenden Centralberge, verbunden ist.

Von hier setzt sich nach einer geringen Unterbrechung, welche den gegen den Stadius reichenden Busen des *Mare Imbrium* darstellt, die Kette der Appeninen in das Carpathengebirge fort, welches die Grenze zwischen dem *Mare Imbrium* und dem *Oceanus Procellarum* bildet. Dasselbe besteht aus einzelnen, meist in der Richtung des Meridians, also fast senkrecht zur Richtung des Gesammtstockes streichenden Gebirgszügen, und dazwischen befindlichen Ringgebirgen, von denen die bedeutendsten Gay Lussac im Westen und Tobias Mayer im Osten sind.

Die östliche Grenze des *Mare Imbrium* gegen den *Sinus Roris* wird durch die im Meridian streichende Fortsetzung derjenigen Gebirge gebildet, welche das *Mare Imbrium* im Norden gegen das *Mare Frigoris* begrenzen; die bedeutendsten Ringgebirge dieses Theiles sind: südlich von Bianchini: Sharp und Mairan und zwischen beiden, etwas östlich, ein einzelner Berg: Louville.

Westlich von Mairan dehnen sich die Gebirge etwas weiter in das Innere des *Mare Imbrium* und bilden hier das Cap Heraclides, welches mit dem Cap Laplace und den zwischenliegenden, sie im Bogen verbindenden Gebirgsketten den *Sinus Iridum* begrenzt.

Südlich von Mairan erstrecken sich die Gebirgsketten nur mehr auf eine kurze Strecke und lassen dann eine weite, ebene Fläche, durch welche nur einige wenige lichte Bergadern streichen, auf welcher eine Gebirgsgruppe gelegen ist, welche, ohne gerade eine besondere Höhe zu erreichen, das hellste Mondgebirge enthält. Die Gruppe ist ziemlich isolirt; so wie sich nördlich von derselben ein weiter Kanal zwischen dem *Mare Imbrium* und dem *Sinus Roris* befindet, zieht östlich ein Kanal zwischen diesem letzteren und dem *Oceanus Procellarum* und südwestlich zwischen dieser Gruppe und den Carpathen ein ebenso weiter Kanal zwischen dem *Oceanus Procellarum* und dem *Mare Imbrium*. An der Stelle, wo die drei dunklen Flächen des *Mare Imbrium*, *Oceanus Procellarum* und *Sinus Roris* zusammenstossen, erscheinen die hellen Gebirge an sich schon durch die Contrastwirkung bedeutend heller; umsovielmehr noch, indem auch absolut genommen, das nicht besonders grosse, nur 50 *km* im Durchmesser messende, und auch nicht besonders hohe, sich etwa bis zu einer Höhe von 2200 *m* erhebende Ringgebirge Aristarch das hellste des ganzen Mondes ist. Oestlich schliesst sich an dasselbe der ebenso grosse, aber viel weniger intensive Herodot an, und gegen Norden mittels einer durch den Formenreichthum ausgezeichneten Berggruppe verbunden das kleinere Ringgebirge Wollaston.

Südlich von den Carpathen und der Gruppe des Aristarch dehnt sich der *Oceanus Procellarum* (nach Hevel mit dem vorigen das *Mare Mediterraneum* bildend) aus, zu welchem auch, als ein Busen desselben, der im Westen gelegene

deren innere Fläche von einer grossen Zahl von Einzelbergen und Bergketten durchzogen ist. Gegen Norden hängt Gassendi durch einen bedeutenden, die verschiedensten Formen aufweisenden Gebirgsstock mit dem Letronne zusammen.

Die Ostgrenze des *Mare Humorum* wird durch Gebirgsgruppen gebildet, die bereits den Formationen am Ostrande des Mondes angehören, und mit diesen gemeinschaftlich besprochen werden sollen.

Wie bereits mehrfach erwähnt, gehören die Gebirgszüge südlich vom *Mare Nubium* und *Mare Humorum* den ausgedehnten Gebirgsmassen an, welche sich um den Südpol, in dieser Gegend aber am wenigsten weit gegen Norden erstrecken.

Südlich vom *Mare Nubium*, mit einem gegen dieses hin offenen Walle liegt die Wallebene Pitatus mit ziemlich dunkler Innenfläche, so dass sie von Hevel auch zu den Maren gerechnet und als *Mare Mortuum* bezeichnet wurde; an diesen schliesst sich östlich die viel kleinere, aber im ganzen dem Pitatus ähnliche Wallebene Hesiodus, und südlich die beiden grossen Wallebenen Gauricus und Wurzelbauer. Durch eine meridional sich erstreckende Kette von gegen Süden immer grösser werdenden Ringgebirgen getrennt, liegt hier westlich, gegen Regiomontan und Walter eine ausgedehnte, etwas dunklere Fläche, welche noch als Busen des *Mare Nubium* aufgefasst werden könnte, und in welcher zahlreiche kleine Berge und Krater, darunter der nicht unbedeutende Hell sich befinden, und welche sich südwärts bis zu dem an den Walter angrenzenden Lexell erstreckt.

Das *Sinus Epidemiarum* wird im Westen abgeschlossen durch das Ringgebirge Cichus, bis zu welchem noch ein zwischen Capuanus und Mercator nach Westen ziehender Busen des *Sinus Epidemiarum* reicht.

Südlich von Cichus und Capuanus erhebt sich die Gebirgslandschaft allmählich bis zu der unregelmässigen Wallebene Heinsius, an deren Südrande sich vier bedeutende Ringgebirge vorschieben, diese Wallebene mit der viel bedeutenderen Wilhelm von Hessen von nahe 70 *km* Durchmesser verbindend.

Der westlich vom Gauricus bis zum Lexell sich erstreckende Gürtel von Ringgebirgen bildet gegen Süden zu ein unregelmässiges, von Wällen umgebenes, aber durchaus nicht den Charakter von eigentlichen Wallebenen tragendes Hochplateau; westlich ist Orontius, östlich Sasserides; südöstlich von diesen, gegen Nordosten mit Heinsius und Wilhelm von Hessen durch eine vielgegliederte, formenreiche Gruppe von Kratern, Bergen, Bergketten und Ringgebirgen verbunden, liegt die grosse und helle Wallebene Tycho, deren Durchmesser nahe 90 *km* beträgt, merkwürdig durch das im Vollmonde auftretende Strahlensystem, worüber ebenfalls später noch gesprochen wird. Die vier zuletzt erwähnten Wallebenen Orontius, Sasserides, Heinsius und Wilhelm von Hessen bilden im Süden von Tycho einen Kranz, der sich im Westen von Orontius ausgehend nach Süden in die beiden kleineren Wallebenen Saussure und Pictet, an welch letzteren sich Street anschliesst, und im Osten im Anschlusse an Wilhelm v. Hessen in die grosse Wallebene Longomontan, welche nahe 150 *km* Durchmesser hat, fortsetzt.

Zwischen den weiter südwärts gelegenen Gebirgslandschaften erscheinen zwei sehr grosse Mondgegenden als besondere Gruppen, die sich von der Umgebung da-

durch abheben, dass in ihnen die Gebirgsformationen weniger gedrängt auftreten und sie dadurch ein mehr ebenes Aussehen erhalten, welche aber in Folge der Form und Anordnung der sie umgebenden Ringgebirge wohl kaum als Wallebenen zu bezeichnen sind: der Maginus und der noch grössere Clavius; insbesondere der letztere, über 230 *km* im Durchmesser und über 40000 □ *km* an Fläche, erscheint durch seine irreguläre, vielfach von kleineren Wallebenen durchsetzte Begrenzung, durch die vielen, in seinem Innern auftretenden kleineren Ringgebirge merkwürdig. »Unbeschreiblich prachtvoll ist in einem guten Fernrohre der Anblick des Sonnenaufganges über Clavius' Fläche. Die kleinen, hellglänzenden Lichtringe, die man alsdann im Schatten emporragen sieht, sind die Wälle der Krater, die in der Fläche zerstreut liegen. Bei einigen zeigt sich der Ring anfangs noch als ein Kranz von isolirten Lichtpunkten, andere zeigen Zusammenhang. Lange matte Lichtstreifen ziehen bald darauf in paralleler Richtung durch die Fläche: es sind die ersten, durch einige tiefe Stellen des Ringgebirges dringenden Sonnenstrahlen«[1]). Dabei steigt die Höhe der Wälle ganz beträchtlich; sie erreicht über 5800 *m*.

Maginus und Clavius sind ringsherum von kleinen Ringgebirgen umgeben, unter denen westlich Deluc, östlich der selbst bedeutende Scheiner mit über 100 *km* Durchmesser, südlich der nicht viel kleinere und fast ebenso hohe Blancanus (über 80 *km* Durchmesser und ungefähr 5000 *m* Höhe) liegt, an welchen sich südwärts Klaproth und Casatus anschliessen.

Südlich von dieser Gruppe, in dem Terrain gegen den Südpol zu, sind zu nennen: Cysatus, Grümberger, Moretus von nahe 130 *km* Durchmesser, nach MÄDLER's Messungen mit dem höchsten aller von ihm bestimmten Centralberge[2]), und Short; dann Newton, nach MÄDLER's Messungen mit der grössten Tiefe im Innern des Walles[3]) (7450 *m*), und direkt am Südpol gelegen Cabaeus und Malepart.

Am Ostrande des Mondes sind in den Nordpolargegenden zu nennen: Anaximenes, Anaximander, Philolaus und Pythagoras, und an der Grenze des *Mare Frigoris* Horrebow. Südlich von Harpalus erstreckt sich dann der *Sinus Roris*, dessen Westgrenze gegen den *Sinus Iridum* ein mächtiges Gebirgsmassiv bildet, in welchem Heraclides, Sharp und Mairan bereits genannt sind. Den Ostrand des *Sinus Roris* bilden Gebirgsketten und Wallebenen, die sich schon in perspektivischer Verkürzung als langgestreckte Ellipsen darstellen, unter denen Repsold zu nennen ist. Von den im Innern des *Sinus Roris* gelegenen Wallebenen sind hervorzuheben: Im nördlichen Theil Xenophanes, Oenopides und Cleostratus; im mittleren Theile, in welchem sich der *Sinus Roris* auf die rückwärtige Hemisphäre erstreckt und daher eine Gebirgsgrenze am Mondrande nicht zu sehen ist, Harding und Gérard; weiter südlich Lavoisier und dann Lichtenberg und Ulugh Beigh; südlich von diesen treten am Mondrande wieder zusammenhängende Bergketten auf, die Montes Hercinii, welche bereits die östliche Begrenzung des Oceanus Procellarum bilden, gegen welchen einzelne meridional streichende Bergketten, zwischen welchen die

---

[1]) MÄDLER, l. c., pag. 298.

[2]) ibid., pag. 333.

[3]) ibid., pag. 331.

beiden Ringgebirge Briggs und Seleucus gelegen sind, sich in den Aristarch und Herodot erstrecken und die südliche Grenze des *Sinus Roris* bilden.

Allmählich treten die Gebirgszüge südlich von den Montes Hercinii mehr auf die sichtbare Mondhälfte herüber und bilden hier breitere Gebirgsmassen und deutlicher hervortretende Ringgebirge. Unter diesen sind der Reihe nach, von Norden nach Süden fortschreitend, zu nennen: Krafft, Cardanus und Vasco da Gama; Olbers; dann die in der Richtung des Meridians verlaufenden und untereinander zusammenhängenden Wallebenen Cavallerius, Hevel und Lohrmann, von denen Hevel die bedeutendste mit nahe 120 *km* Durchmesser ist, und Lohrmann bereits am Aequator gelegen ist.

Südlich vom Aequator, unmittelbar am Mondrande, etwas östlich von Lohrmann schliesst sich die perspektivisch stark verkürzte grosse Wallebene Riccioli an, deren Fläche nahe 24000 □ *km* beträgt, und südwestlich davon die noch grössere Fläche des Grimaldi mit nahe 36000 □ *km* Fläche; beide, namentlich aber Grimaldi, haben eine ziemlich dunkle Fläche, so dass sie selbst in der Nachtseite des Mondes mitunter gesehen werden können, und sind daher dem Charakter nach vielleicht eher den Mare an die Seite zu stellen.

Westlich von Grimaldi, bereits in den *Oceanus Procellarum* hineinragend, liegt das Ringgebirge Domoiseau; weiter südlich, nahe im selben Parallel: Rocca, Sirsalis, Hansteen und Billy, die letzten beiden mit Letronne die südliche Grenze des *Oceanus Procellarum* bildend. An diese schliessen sich Crueger, Fontana und Zupus; dann Eichstedt, Byrgius, Cavendish und Mersenne, von welchem sich nach Westen gegen Gassendi zu die Nordgrenze und nach Süden über Doppelmayer, Vitello und Ramsden die östliche Grenze des *Mare Humorum* und des *Sinus Epidemiarum* erstreckt. Oestlich von Vitello und Doppelmayer gegen den Mondrand zu liegen: Vieta, Fourier und näher dem Mondrande Lagrange, Piazzi und Bouvard.

Der östliche Mondrand zwischen dem Grimaldi und Bouvard wird durch langgestreckte Bergketten gebildet, welche, von Süden gegen Norden, als Montes d'Alembert, Cordilleras und Montes Rook bezeichnet werden.

Weiter südwärts fallen sofort die beiden grossen, miteinander zusammenhängenden, in bedeutender perspektivischer Verkürzung erscheinenden Wallebenen Schikard mit 220 *km* Durchmesser und Phocylides auf, denen sich östlich das etwas kleinere Wargentin anlagert, und in einiger Entfernung gegen den Mondrand zu Inghirami. Von den zahlreichen kleineren, in der Umgebung liegenden Ringgebirgen sind zu nennen: der nördlich an Schikard grenzende Lehmann, westlich davon Drebbel und weiter westlich an den *Sinus Epidemiarum* grenzend die Wallebene Hainzel, von welcher aus sich eine Reihe von zahllosen Ringgebirgen bis zum Wilhelm von Hessen erstreckt.

Zwischen Longomontan und Phocylides dehnt sich die weite, aber ebenfalls schon stark perspektivisch verkürzte Ebene von Schiller aus, welche in der Richtung des Meridians über 180 *km* Länge erreicht, und westlich daran grenzend das Ringgebirge Bayer. Südlich von beiden die Ringgebirge Rost und Weigel.

Gegen den Südpol zu ziehen, östlich von Schiller beginnend, zwei lange, Ketten von Ringgebirgen; die westliche: Segner, Zuchius, Bettinus Kircher, Wilson schliesst an die bereits erwähnten, in der Nähe des Südpols

gelegenen Wallebenen Cysatus und Klaproth an; die zweite, mit Hausen und Bailly beginnend, geht allmählich in die langgestreckte Bergkette des Dörfel und der Montes Leibnitz über, welche sich bis zum Südpol hinziehen.

Ausser diesen sind noch die folgenden Benennungen von SCHMIDT und dem englischen Lunar Committee (*) vorgeschlagen:

Adams (*), in 67° westl. Länge und — 32° Breite.

Agarum Promontorium, im *Mare Crisium*, östlich von Hansen.

Alexander, südlich von Eudoxus; auf der LOHRMANN'schen Karte eine von Gebirgszügen umgebene dunklere Fläche.

d'Arrest, westlich von Godin und Agrippa, gegen Dionysius zu, etwas grösser als dieser.

Asclepi, südlich von Ideler.

Beer, nordwestlich von der Wallöffnung des Fracastor.

Bond, zwischen Posidonius und Bunsen.

Brisbane, südöstlich von Oken.

Bunsen, westlich von Posidonius, südlich von Römer, auf der LOHRMANN-schen Karte mit *T* bezeichnet.

Carrington, am Ostrand des *Mare Nectaris* westlich von Ross, südlich von Janssen.

Cayley (*), in 16° westl. Länge, +5°·5 nördliche Breite.

Celsius, östlich an Rabbi Levi grenzend.

Chacornac (*).

Challis (*), bei Scoresby (*b*).

Cusanus, am Mondrande, westlich von Petermann.

Daniell (*).

Dawes, zwischen Plinius und Janssen, auf der LOHRMANN'schen Karte mit *A* bezeichnet.

Darwin, helle Fläche, südlich an Crueger grenzend.

Delaunay (*), in 3° westl. Länge, —22° Breite.

Donati (*), in 6° westl. Länge, —20°·5 Breite.

Dove, nördlich von Pitiscus, nahe im Meridian desselben.

Epicurius, helle Fläche zwischen Thales und Strabo einerseits und Endymion andererseits.

Epimenides, westlich an Hainzel grenzend.

Faye (*), in 4° westl. Länge, —21°·5 Breite.

Foucault (*) = Harpalus *A*.

Galilei, Krater im *Oceanus Procellarum*, nordöstlich von Reiner.

Galvani, am Mondrande bei Repsold.

de Gasparis, das östliche der beiden Ringgebirge zwischen Fourier und Mersennius; westlich von Cavandish.

Gambart (*), Krater südwestlich bei Proclus.

Goldschmidt, zwischen Anaxagoras und Barrow.

Haidinger, etwa in der Mitte zwischen Hainzel und Heinsius.

Hamilton und Feuillé, zwischen Archimedes und Tymocharis, auf der LOHRMANN'schen Karte mit *H* bezeichnet.

Hess (*), in der östl. Länge 32° und Breite +32°.

Helmholtz, nördlich an Neumayer grenzend.

Heraclites, ostlich an Licetus und Cuvier grenzend.

Herschel (*), in 40° östl. Länge und +62° Breite.
Herschel, Miss C. (*) in 32° östl. Länge und +34° Breite.
Hind, nördlich an Hipparchus dicht angrenzend.
Horrox, westlich von Halley am Südwall von Hipparchus.
Huggins, östlich an Nassir Eddin grenzend.
Ideler, etwas südlich zwischen Pitiscus und Baco.
Kaiser, zwischen Playfair und Werner, auf der LOHRMANN'schen Karte mit *N* bezeichnet.
Kirchhoff, westlich, in der Nähe von Bunsen.
Krusenstern, südwestlich von Walter und Aliacensis.
Kunowsky, östlich von Landsberg.
Lassel (*), in 7°·5 östl. Länge und —15°·5 Breite.
Liebig, das westliche der beiden Ringgebirge zwischen Fourier und Mersenius, westlich von Cavendish.
Lockyer, nördlich von Dove, westlich von Nicolai.
Luther = Posidonius *C*, zwischen *Mare Serenitatis* und *Lacus Somniorum*.
Maclear (*), in 20°·5 westl. Länge, +10°·5 nördl. Breite bei Ross.
Main (*), bei Scoresby (*c*).
Marco Polo, in den Gebirgszügen zwischen *Mare Vaporum* und *Sinus Aestuum*, in der Breite von Manilius und Erathosthenes
Maury *).
Melloni, Krater im *Oceanus Procellarum*, westlich von Lohrmann.
Naumann, an der Ostgrenze des *Oceanus Procellarum*, südlich von Briggs.
Neumayer, westlich von Boussingault, am Mondrande.
Palmieri, Krater in 47°·5 östl. Länge und —28°·5 Breite.
Petermann, am Mondrande, südlich von Euctemon.
Peters, zwischen Rosenberger und Hommel.
Regnault, am Mondrande bei Repsold (oder an Stelle desselben, der auf der SCHMITD'schen Karte fehlt).
Reimarus, südlich an Vega grenzend.
Robinson (*), in 47° östl. Länge und +59° Breite.
Rothmann, zwischen Lindenau und Piccolomini; auf der LOHRMANN'schen Karte mit *K* bezeichnet.
Rümker, westlich von Harding im *Sinus Roris*.
Schiaparelli, Krater im *Oceanus Procellarum*, westlich von Naumann.
Schmidt (*), südlich bei Ritter.
Schwabe, zwischen Cusanus und Democritus.
Seleucus, südlich von Naumann an der Ostgrenze des *Oceanus Procellarum*.
Sina, in *Mare Tranquillitatis*, westlich von Carrington.
Struve O., östlich von Naumann, in der Nähe des Mondrandes.
Timoleon, westlich von Oriani und Plutarch.
Tralles, nordöstlich an Cleomedes grenzend.
Watt, längs des ganzen südwestlichen Walles an Steinheil grenzend.
Whewell, südöstlich von Cayley.
Wichmann (*) = Euclides a.
Wöhler, zwischen Metius und Riccius, etwas näher diesem.
Young, westlich von Metius.
Zöllner, zwischen Delambre und Alfraganus; auf der LOHRMANN'schen Karte nicht enthalten.

Nebst diesen Namen ist für noch nicht benannte wichtigere Punkte die von Mädler eingeführte Bezeichnung mittels beigefügter Buchstaben üblich, wie dies schon auf pag. 261 erwähnt wurde.

Von besonderen Erscheinungen auf der Mondoberfläche war der Verschiedenheit der Farbenqualität der Mare bereits gedacht; ebenso war bereits erwähnt, dass die Intensität derselben Farbe, namentlich das Grau bei den verschiedenen Maren und selbst bei einzelnen Theilen desselben Mare verschieden ist. Dieselben Verhältnisse aber findet man auch bei den Binnenräumen der Wallebenen und Ringgebirge. Einzelne sind so dunkel, dass man sie den Maren an die Seite stellen kann; andere so hell, dass man sie im Gegensatz zu diesen als Hochlandschaften bezeichnet hat. Allein ein derartiger Einfluss der Höhe kann hier nicht angenommen werden. »Das dunkle Grau im Innern der Wälle ist so wenig das Anzeichen einer grösseren Tiefe, dass es sich vielmehr ausschliesslich in solchen Ringflächen findet, deren Wall nach Innen und Aussen einen wenig verschiedenen Abfall zeigt, wie dieses ausser Billy beim Crueger, Firmicus, Apollonius, Plato u. a. stattfindet, wogegen grössere Vertiefungen, die tausend und mehr Toisen unter der äusseren Fläche liegen, wie Erathosthenes, Tycho, Aristarch, Eudoxus, die sämmtlich schroff abstürzen, fast immer ein helleres, ja glänzendes Colorit wahrnehmen lassen. Die wahrscheinliche Ursache dieser letzteren Erscheinung ist wohl der Brennspiegelartige Einfluss der senkrecht auffallenden Sonnenstrahlen an den concav geböschten Abhängen jener grossen Tiefen; wogegen bei einer geringen Steilheit des Walles, zumal wenn die Concavität schwach ist oder gar nicht stattfindet, nur die direkten Sonnenstrahlen einfallen. Damit ist nun freilich das Dunkelgrau nicht erklärt, allein es dürfte auch überhaupt nicht möglich sein, dieses bloss von den Beleuchtungsverhältnissen abhängig zu machen«[1]). Die wahrscheinliche Ursache dieser Erscheinung, welche übrigens auch schon von Mädler angegeben wurde[2]), dürfte wohl von der Verschiedenheit der Albedo von physikalisch und chemisch verschiedenen Substanzen herrühren. Diesem Umstande haben Mädler sowie Lohrmann dadurch Rechnung getragen, dass sie nebst der Höhenangabe durch Schraffirung noch eine Intensitätsscala für die Färbung durch Punktirung der ebenen oder nahe ebenen Flächen anbrachten.

Die dunkelsten Theile der Mondoberfläche sind das *Mare Crisium*, einige in den Gebirgslandschaften einschneidende Ausbuchtungen des *Mare Tranquillitatis* und des *Mare Nubium* und die Ränder des *Mare Serenitatis*. Die hellste Gegend des Mondes ist Aristarch, und zwar sowohl der Wall wie das Innere; ihm zunächst kommen einzelne Punkte im Werner, Proclus u. s. w.

Ausser den verschiedenen Bergen erscheinen im Monde noch lange, schmale, dunkle Linien, die etwa 1 *km* breit und oft bis 500 *km* lang sind, und welche als grubenartige Furchen angesehen werden. Sie wurden von Schröter als Rillen bezeichnet. Erwähnt wurde bereits die grosse Rille beim Hyginus im *Mare Vaporum*. Die Zahl der Rillen ist aber ganz beträchtlich und wächst in dem Maasse, als die Beobachtungen mehr Details zu Tage fördern, wie aus der folgenden Vergleichung hervorgeht, welche der Schmidt'schen Selenographie entnommen sind.

---

[1]) Mädler, l. c., pag. 335.
[2]) l. c., pag. 136.

In der Mondkarte von	LOHRMANN	MÄDLER	SCHMIDT	
fanden sich eingetragen	7178	7685	32860	Krater
	99	77	348	Rillen.

Wesentlich anderer Natur sind die bei günstiger Beleuchtung, namentlich zur Zeit des Vollmondes sichtbaren Strahlensysteme. Von den Lichtstreifen, welche die Mondmare nach verschiedenen Richtungen durchziehen, und welche sich bei sehr schräger Beleuchtung (zur Zeit der Phasen), durch die Licht- und Schattenvertheilung als niedrige Bergadern zu erkennen geben, sind wohl zu unterscheiden Systeme von hellen Lichtlinien, welche von einem Ringgebirge oder einer Wallebene als Centrum ausgehend, oft erst in einiger Entfernung vom Fusse desselben beginnend, sich über 100, 200 und selbst über 500 *km* weit erstrecken, und dabei Ebenen, Berge, Bergketten, Wälle der Ringgebirge u. s. w. ohne Störung ihrer Richtung übersetzen. Sie sind keineswegs regelmässig, die einzelnen Strahlen oft schwach gekrümmt, immer aber neben einander einherlaufend, sich nicht durchsetzend. Die bedeutendsten dieser Systeme nehmen ihren Ursprung von Tycho, Copernicus und Kepler. Die Streifen des Tycho sind schon mit einem gewöhnlichen Opernglase (nicht aber mit freiem Auge) sichtbar; sie erstrecken sich über den Walter und Regiomontan, über den Stöfler und Longomontan. Unter denselben sind besonders zwei hervorzuheben: ein doppelter mit dunklem Zwischenraume, der nach Nordosten durch das *Mare Nubium* in den *Oceanus Procellarum* geht, wo er sich nach etwa 1000 *km* Länge verliert, und ein zweiter, einfacher, weniger glänzender, der aber fast über die ganze sichtbare Mondfläche, über den Menelaus, auf welchen er bereits sehr schwach trifft, dann aber im *Mare Serenitatis* wieder an Intensität gewinnend bis zum Thales in den Nordpolarlandschaften sich erstreckt. Alle Strahlen entstehen aus einem grauen Nimbus um Tycho.

Das zweitgrösste Strahlensystem ist das des Copernicus, dessen Strahlen sich nach Norden in das *Mare Imbrium* zuweilen noch bis in den *Sinus Iridum* bis zum Pico ziehen. Ueber das Aussehen dieser Streifen bemerkt schon MÄDLER: »Man drückt sich richtiger aus, wenn man hier dunkle Streifen durch helle Landschaft ziehend annimmt«[1]). Im Osten stossen sie auf das dritte bedeutende Strahlensystem des Kepler, welcher, von einem weiten Lichtschein (Halo) umgeben, Strahlen vorzugsweise gegen Osten sendet, so dass hier einzelne Streifen vom Copernicus über den Kepler bis zum Rainer zu ziehen scheinen. Uebrigens ist das Strahlensystem des Kepler, obgleich weniger ausgedehnt, wie die beiden ersten, wegen der günstigen Umstände deutlich wahrzunehmen; denn während Tycho allseitig von gewaltigen Gebirgsmassen umgeben ist, und ebenso Copernicus auf der Nordseite die Carpathen vorgelagert hat, von denen im Vollmonde allerdings die hauptsächlichsten Terrainunterschiede verschwinden, jedoch nicht so, dass nicht gewisse Intensitätsunterschiede sichtbar bleiben, so liegt Kepler in einer fast ganz ebenen Gegend, welche dem Hervortreten des Strahlensystems sehr günstig ist.

Auch mit anderen, kleineren Strahlensystemen steht dasjenige des Copernicus in Verbindung; so insbesondere mit denjenigen des Aristarch, welcher von einem dunklen Nimbus umgeben ist, aus welchem sich die Irradiationen entwickeln.

Nebst dem Aristarch führt bereits MÄDLER als bedeutende Strahlensysteme

---

[1]) l. c. pag. 258.

diejenigen des Byrgius, Anaxagoras und Olbers an; und ausser diesen sieben bedeutenden noch als weniger ausgebildete die Strahlensysteme des Mayer, Euler, Proclus, Aristillus und Tymocharis. Doch erwähnt er, dass weniger ausgedehnte Strahlensysteme sich auch sonst noch finden.

Eingehender hat sich SCHMIDT mit den Strahlensystemen beschäftigt. Strahlensysteme von der Gestaltung des Tycho, Copernicus und Kepler sind wenige; aber die Zahl der minder auffälligen wächst in dem Maasse, als die Kraft der verwendeten optischen Hilfsmittel stärker wird; überdies giebt es eine Reihe von nicht gerade als Strahlensysteme auftretenden Erscheinungen, die aber von diesen nur quantitativ, nicht eigentlich qualitativ verschieden sind. Zu diesen gehört die zweite Form: die Krater mit strahligem Nimbus und die stark umglänzten Krater; aber selbst bei vielen der letzteren, so bei Euclid und Lalande gelang es SCHMIDT, den Nimbus als aus feinen Lichtstreifen zusammengesetzt zu erkennen. Sind aber die umglänzten Krater und Berge sehr klein, und auch der Nimbus nur von geringer Ausdehnung, so sieht man nur die Umrandung, die dritte Form: die Lichtflecken. Im Wesen hält SCHMIDT alle drei Erscheinungen für identisch. Nun tritt auch mitunter ein dunkler Nimbus auf, aus welchem sich das Strahlensystem entwickelt, so bei Tycho, Aristarch und Dyonisius. »Aber der Unterschied ist vielleicht nicht wesentlich, wenn man annimmt, dass die ungleiche Färbung des solche Krater umgebenden Halo durch die Natur der ausgeworfenen Streifen bedingt sei. Wegen der mässigen Erstreckung solcher Gebilde halte ich es für das wahrscheinlichste, dass sie Analoga der vulkanischen Asche sind, die bei der Explosion des Kraters ringsum sich ablagerte, gerade so, wie dieses bei den Vulkanen der Erde geschieht. Solche Stoffe können dunkle oder helle Farbe haben; es ist aber für manche Fälle auch wohl möglich und wie bei Linné sehr wahrscheinlich, dass eine flüssige, schlammartige Materie sich rings um den Krater ergoss und ablagerte«[1]).

Zu den oben von MÄDLER angeführten Strahlensystemen giebt SCHMIDT noch eine grosse Reihe anderer, unter denen Euclides, Eudoxus, Gambart A., Geminus, Hipparchus D., Lalande, Langrenus, Stevinus, Theophilus A. und Zuchius mehr oder weniger entwickelte, wenn auch mitunter nur schwache Strahlensysteme haben, während andere, wie Alpetragius B., Censorinus, Cleomedes A., Dyonisius, Hypatia, Lubienietzky A., F. und G., Manilius, Menelaus, der östliche der beiden Krater Messier Plinius A. und Taruntius mit Halo oder kurzem Strahlennimbus umgeben und zahlreiche andere als umglänzte Krater angeführt werden.

Zwischen den verschiedenen Formen, den eigentlichen Radiationen, den umglänzten Kratern und den einfachen Lichtflecken ist aber eine scharfe Grenze nicht zu ziehen; auch hier, wie bei allen Erscheinungen, deren Unterschiede quantitativer Natur sind, giebt es zahlreiche Uebergänge.

Was sind nun diese Lichtlinien?

Ehe an die Beantwortung dieser Frage gegangen wird, sollen zunächst einige Worte, welche MÄDLER in der Einleitung zu seiner »allgemeinen Selenographie« ausgesprochen hat, und welche eigentlich nicht oft genug wiederholt werden können, wörtlich wiedergegeben werden: »Nur zu häufig haben sich Schriftsteller ihrer Phantasie überlassen, die allerdings nirgend schwerer in Schranken zu halten ist, als bei einem Objecte, das mit der vermehrten Kenntniss desselben nur immer räthselhafter zu werden scheint und dabei für viele so überaus

[1]) SCHMIDT, l. c., pag. 102.

interressant gemacht werden kann, sobald man sich entschliesst, Hypothesen auf Hypothesen zu häufen. Es ist leicht, auf diesem Wege bei dem grössten Theile der Leser den Ruf eines scharfsinnigen und geistreichen Schriftstellers zu erlangen und die Begierde, die erzählten Wunder mit eigenen Augen zu schauen, mächtig anzuregen; aber — der Wissenschaft ist ein solches Verfahren fremd[1]).«

Sucht man nun aber nach einer Erklärung für diese Lichtlinien, so muss man auf der heutigen Stufe der Kenntniss der Mondoberfläche seine Unfähigkeit, diese räthselhaften Erscheinungen zu erklären, eingestehen. Schröter hielt sie für Bergadern und Bergketten; ebenso Hevel, der ihnen auch besondere Namen als Montes gab. Dieses nun können sie aber nicht sein; denn Bergadern müssen nothwendig in der Nähe der Schattengrenze erst recht sichtbar werden; diese Streifen aber verschwinden bei niedrigem Sonnenstande und sind gerade am deutlichsten im Vollmonde, also auf hellem Grunde sichtbar, worin sie einige Aehnlichkeit mit den Erscheinungen des Glanzes zeigen. Cassini hielt sie für Wolken; von Herschel wurden sie für Lavaströme gehalten; dazu sind sie wohl aber zu gerade; auch folgen sie nicht den Krümmungen der Berge und Thäler, gehen vielmehr über dieselben hinaus. Mädler meint nun: »Es bleibt nichts anderes übrig, als anzunehmen, dass durch irgend welchen Naturprozess die innere Structur des Mondbodens, an den Stellen, wo diese Streifen ziehen, eine Veränderung erfahren hat, welche die Fähigkeit, das Licht zurückzuwerfen, beträchtlich erhöht[2]).« Welcher Art diese Veränderung ist, ob sie überhaupt unseren erfahrungsmässigen Kenntnissen von den Veränderungen auf der Erde entnommen werden können, bleibt dabei unentschieden; eine Erklärung im eigentlichen Sinne des Wortes, welche uns die Erkenntniss des Phänomens näher bringt, ist dieses nicht.

Nasmyth vergleicht den Krater Tycho und die von ihm ausgehenden Strahlensysteme mit den strahlenförmigen Sprüngen, die man häufig an Glasscheiben findet, wenn sie durch einen kleinen Stein oder eine Flintenkugel durchbohrt wurden, und auch Arago war dieser Ansicht, welche übrigens auch selbst keine Erklärung ist, sondern nur eine Analogie giebt. Schwabe[3]) theilt diese Meinung nicht. Er geht zunächst von der Thatsache aus, dass die Mondmare und ähnliche dunkle Stellen im Vollmonde am dunkelsten aussehen, und gegen die Quadraturen zu bedeutend verblassen, welche Thatsache von Mädler als eine Folge einer auf demselben befindlichen Vegetation gedeutet wurde. Dieses nimmt nun Schwabe auch für die Lichtstreifen an. Er sah mit guten Fernrohren, allerdings bei geeigneter Beleuchtung und hinreichender Geduld, zwischen den Lichtstreifen äusserst feine, parallele, hellgraue Linien in unzähliger Menge, die später als die Lichtstreifen auftreten und früher verschwinden; diese nun verursachen nach seiner Meinung bei höchstem Sonnenstande eine Verdunkelung des Bodens, wodurch die hellen Streifen also lediglich durch Contrastwirkung, in Folge des Dunklerwerdens der Umgebung hervortreten. Dabei bleibt noch, wie Schwabe selbst zugiebt, unerklärlich, wieso eine solche Vegetation in strahligen Linien auftritt, weiters aber spricht hiergegen, dass Auwers die Strahlensysteme auch in der Nachtseite des Mondes, z. B. diejenigen

[1]) l. c., pag. V.
[2]) l. c., pag. 138.
[3]) Astron. Nachrichten Bd. 51, pag. 342.

des Tycho am 13. April 1861, als der Mond zwei Tage von dem ersten Viertel entfernt war, sehr deutlich wahrnahm[1]).

Dass Schmidt das Aussehen der umglänzten Krater auf eine Art vulkanischer Ausbrüche zurückführt, wurde bereits erwähnt. »Die Lichtstreifen des Tycho«, fährt er jedoch fort, »des Copernicus und andere, die jeder Beobachter kennt, sind nicht erklärt, und wer mit der Sache vertraut ist, wird sich vor übereilten Schlüssen hüten. Auch Mädler's Hypothese führt auf grosse Schwierigkeiten . . . Der blosse Anblick überzeugt, dass es die Heerde der grossen Explosionen oder Eruptionen waren, welche über so bedeutende Räume hin die gewaltigen Veränderungen der Oberfläche hervorriefen, welche die Lichtstreifen darstellen. Besonders in den grauen Ebenen haben Krater wie Copernicus oder Kepler das Mare, die graue Oberfläche geradezu absorbirt, so dicht liegen die radialen Streifen nebeneinander[2]).« Eine weitere Stütze für den Erklärungsversuch durch vulkanische Eruptionen findet Schmidt in seinen Beobachtungen bei dem Ausbruch des Vulkans Santorin in den Jahren 1866 und 1868; bei den unzähligen aufeinanderfolgenden Eruptionen wurden heller Bimstein und weissgraue Asche einseitig ausgeworfen, die sich dann in vielen, von dem Vulkane radial ausgehenden Linien erstreckten. Im Laufe der Zeiten wurde dann in Folge der nach verschiedenen Richtungen erfolgten Ausbreitung der Streifen ein den Vulkan umgebendes Strahlensystem geschaffen. »Wer aber darf solche Analogien auf den Mond übertragen, wo bei Tycho die Streifen in vier bis fünf Meilen Breite einige hundert Meilen weit fortziehen, ohne Rücksicht auf Berg und Thal?«

Die Oberfläche des Mondes bietet dem Beobachter ein von dem Anblick der anderen Himmelskörper wesentlich verschiedenes Bild. Der Eindruck, den man empfängt, ist derjenige, dass man es mit einem erkalteten, zur Ruhe gekommenen, längst abgestorbenen Weltkörper zu thun hat. Keine wechselnden Flecken-, Protuberanzen- und Fackelbildungen wie bei der Sonne, keine veränderlichen wolkenartigen Flecke, wie sie mehr oder weniger bei allen Planeten gefunden werden: immer das gleiche starre Bild bietet uns der Mondkörper dar.

Einzelne Veränderungen glaubte man allerdings schon frühzeitig bemerkt zu haben. Das stark hervortretende Ringgebirge Cassini im Innern des *Mare Imbrium* findet sich weder bei Hevel noch bei Riccioli verzeichnet, sondern erst auf der Karte von Dom. Cassini, was, wie schon erwähnt, Schröter zu der Meinung veranlasste, dass es erst um jene Zeit entstanden wäre.

Etwa 4° südlich von Eimmart setzt Schröter eine vier bis fünf Meilen lange, graue, mit einem gewöhnlichen Ringgebirge umgebene Tiefe, Alhazen, die er zu Librationsbestimmungen verwendete. Im Berliner Astronomischen Jahrbuche für 1825 bemerkte Kunowsky, dass dieses Ringgebirge nicht mehr zu finden, und überhaupt die ganze Gegend verändert sei. In der That zeigt weder die Karte von Mädler, noch von Lohrmann in dieser Gegend ein Ringgebirge. Allein bezüglich dieses Ringgebirges bemerkte Köhler in Dresden, dass Alhazen nicht verschwunden, aber zu verschiedenen Zeiten sehr veränderlich sichtbar sei; Mädler bemerkt übrigens, dass die Zeichnungen von Schröter sich als unzuverlässig erwiesen, wobei er in seiner abfälligen Kritik allerdings etwas zu weit geht. Wenn aber auch die Zeichnungen von Schröter den Alhazen vielleicht zu stark markirt haben sollten, bleibt dabei unerklärlich, wie er sich eines zu verschiedenen Zeiten verschieden und nach den späteren Zeichnungen

[1]) Astron. Nachrichten Bd. 58, pag. 75.
[2]) l. c., pag. 102.

im Allgemeinen wenig gut sichtbaren Ringgebirges zu, wenn auch noch so rohen Librationsbestimmungen hat bedienen können.

Weniger zweifelhaft bleibt allerdings die Auffassung bezüglich des Cassini; eine früher nicht gesehene und später deutlich gesehene Formation spricht durchaus nicht für das Nichtvorhandensein derselben in früheren Zeiten, sondern in erster Linie stets nur für das Nichtgesehensein. Vergrösserte Aufmerksamkeit, verbesserte optische Hilfsmittel werden stets neue Formen entdecken lassen, die, weil sie neu entdeckt sind, deshalb nicht schon neu entstanden sein müssen. Auch MÄDLER glaubt, dass Cassini früher schon bestanden haben könnte, aber wegen der geringen Höhe seines Walles und der in Folge dessen nur kurzen Schatten weniger gut sichtbar ist. Aehnliches nimmt er für den Oerstedt, den er neu entdeckte, und für den Stadius, den er drei Jahre lang vergeblich suchte, an; und ähnliches gilt für viele andere Formationen. Man vergleiche nur die Karten von MÄDLER, LOHRMANN und SCHMIDT. Nur beispielsweise soll angeführt werden, dass MÄDLER an den beiden Mondformationen Albategnius und Hipparch wesentliche Verschiedenheiten findet: die erstere bezeichnet er als wahre »Wallebene«, die letztere als »Musterkarte der verschiedensten Mondformationen«; in der LOHRMANN'schen Karte aber haben beide genau denselben Charakter, und zwar eher den zuletzt angeführten. Proclus wird von MÄDLER als Ringgebirge angegeben; LOHRMANN hat hier kein charakteristisch ausgesprochenes Ringgebirge. Auf Verschiedenheiten dieser Art wurde übrigens schon mehrfach bei den einzelnen Formationen hingewiesen. MÄDLER selbst giebt seine Karte durchaus nicht für eine getreue Wiedergabe alles gesehenen aus; er erwähnt wiederholt, dass sich eine grosse Menge Details darbot, welche in die Karte aufzunehmen sich als unmöglich erwies.

Einen weiteren Beleg hierfür bieten einige im Jahre 1864 von WEBB und BIRD in der Umgebung des Marinus und Mersennius neuentdeckte Krater, welche aber SCHMIDT bereits seit 1846 gesehen hatte. SCHMIDT spricht sich bei dieser Gelegenheit[1]) folgendermaassen aus: »In der letzten Zeit haben sich verschiedene Beobachter in England sehr anhaltend mit dem Specialstudium der Mondoberfläche beschäftigt und sind gelegentlich zu Schlüssen gelangt, welche glauben lassen, dass gegenwärtig neu entstandene Gebirgsformen auf dem Monde entdeckt seien. Wenn ich selbst auch nicht im Stande bin, nach 25jährigen, sehr eingehenden Beobachtungen der Art auch nur ein sicheres Beispiel einer Neubildung anzuführen, wenn es sich nämlich bloss um Kraterformen handelt, so bin ich auch weit davon entfernt, neue Formenbildungen auf dem Monde in Abrede zu stellen. Nur suche ich sie nicht gerade unter den Kratern, in denen man einige tausend kleinere nach und nach bemerkt, die bei LOHRMANN und MÄDLER fehlen, sondern ich richte seit etwa 25 Jahren meine Aufmerksamkeit vorzugsweise auf Rillen, deren ich eine sehr grosse Zahl neu entdeckt habe, und darunter leicht kenntliche, die seit SCHRÖTER's Zeiten nicht gesehen wurden[2])«. So hatte SCHMIDT westlich von der seit lange bekannten Aristarchusrille 12 oder 13 ungewöhnliche und vorher nicht bekannte Rillen und Kraterfurchen bemerkt, die sich nicht wohl bloss wegen »äusserlicher Umstände« der Beobachtung entzogen haben können«[3]).

Dennoch führt SCHMIDT an derselben Stelle an, dass er am 2. und 4. Januar

[1]) Astron. Nachrichten Bd. 64, pag. 79.

[2]) l. c., pag. 79.

[3]) Ebenda, pag. 80.

1865 in der inneren Fläche des Picard A (im *Mare Crisium)* einen kleinen Krater fand, der vorher allen Beobachtern entgangen war; eine Vergleichung der Mondkarten von MÄDLER, LOHRMANN, SCHMIDT, ferner der seither erschienenen Specialkarten, z. B. von FAUTH u. A., von denen schon auf pag. 247 gesprochen wurde, wird den Einfluss der subjectiven Wahrnehmungen bei diesen Darstellungen leicht ersehen lassen; ganz ähnliche Verhältnisse, nur in einem, durch die Schwierigkeit der Gegenstände noch erhöhtem Maasse, treten ja auch bei der Beobachtung der Oberfläche der Planeten auf, wovon bei diesen gesprochen werden wird. Dabei ist nur von Darstellungen die Rede, welche völlig verbürgt, als unanfechtbar zu bezeichnen sind. Hierzu treten nun aber andere Zeichnungen, welche an sich durch die Technik der Darstellungen etwas an Vertrauenswürdigkeit einbüssen, selbst dann, wenn man den wissenschaftlichen Ernst des Beobachters dabei nicht in Zweifel ziehen wollte.

Der Meinung, dass es sich bei den meisten neu entdeckten Objecten nur um noch nicht gesehene handelt, schliessen sich auch die meisten Mondbeobachter an; so H. J. KLEIN aus Anlass eines von GAUDIBERT gefundenen Kraters [1]) und aus Anlass einer von demselben wahrgenommenen scheinbaren Veränderung im Krater Plinius [2]); KELLNER aus Anlass einer von ihm gesehenen neuen Rille [3]); FAUTH aus Anlass einiger von ihm neu aufgefundener Mondkrater [4]) und andere.

Unter allen diesen verschiedenen Beobachtungen aber giebt es eine [5]), welche mit voller Sicherheit auf eine reelle Veränderung auf der Mondoberfläche deutet; sie betrifft nicht das Auftreten, d. h. das Auffinden einer neuen Formation, sondern das vollständig erwiesene Verschwinden einer wohlbekannten, früher bestandenen.

Der Krater Linné im südöstlichen Theile des *Mare Serenitatis,* welcher sowohl auf der Karte von MÄDLER, wie von LOHRMANN als ansehnliches Gebilde von der Form eines kleinen Ringgebirges auftritt, und der von SCHMIDT in der Zeit zwischen 1841 Februar 27 bis 1843 September 9 wiederholt gesehen und in seinen Tagebüchern angeführt wurde [6]), war von ihm in den folgenden Jahren nicht mehr gelegentlich beobachtet, und wahrscheinlich seit 1853 überhaupt nicht mehr als Krater erschienen, da SCHMIDT ihn seit dieser Zeit, wo er wiederholt die Gegend des *Mare Serenitatis* durchmusterte, ohne aber speciell nach ihm zu suchen, nicht mehr anführte. Dieses Fehlen des Kraters bei gelegentlichen Beobachtungen wurde endlich als ein thatsächliches Fehlen durch ein specielles Nachforschen nach demselben am 16. Oktober 1866 in positiver Weise constatirt: der einst eine Meile breite und tausend Fuss tiefe Krater war und blieb verschwunden.

Selbstverständlich wurde bald nach dem Bekanntwerden dieser merkwürdigen Beobachtung eifrig nach dem Krater gesucht. H. J. KLEIN fand an seiner Stelle im März 1867 einen kleinen elliptischen Fleck [7]), HUGGINS [8]) und bald darauf

---

[1]) Astr. Nachrichten Bd. 122, pag. 407.

[2]) Astr. Nachrichten Bd. 122, pag. 399 und Bd. 123, pag. 224.

[3]) Astr. Nachrichten Bd. 132, pag. 207.

[4]) Astr. Nachrichten Bd. 132, pag. 361.

[5]) Aehnlich, wenn auch nicht so sichergestellt, verhält es sich mit den Beobachtugen der Mondlandschaft Alhazen.

[6]) Selenographie, pag. 156.

[7]) Astron. Nachr. Bd. 69, pag. 35.

[8]) Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Bd. 27, pag. 296.

Schjellerup und d'Arrest[1]) bemerkten denselben ebenfalls, und in der Mitte desselben eine äusserst feine, punktförmige Krateröffnung, welche übrigens von Schmidt auch schon früher, aber nur an zwei Nächten (am 26. December 1866 und am 25. Januar 1867) gesehen worden war[2]). Schjellerup wies aber darauf hin, dass der Krater Linné auf Schröter's Zeichnungen im ersten Bande seiner selenotopographischen Fragmente (Tafel 9) gerade so aussieht, wie er von Huggins, d'Arrest und Schjellerup gesehen worden war.

Eine Erklärung für diese vorerst doch nur als sicher verbürgte vereinzelte Thatsache einer Veränderung auf dem Monde zu geben, wäre jetzt noch verfrüht; und weitere Veränderungen zu constatiren, kann nicht durch die Anlegung von Generalkarten angestrebt werden, sondern hier müssen Specialkarten einzelner Gegenden, die bis ins kleinste sichtbare Detail ausgeführt, ein möglichst getreues Bild alles Gesehenen geben, als Grundlage für die Vergleichung dienen; dieses ist der Weg, den die moderne Selenographie sich vorgezeichnet hat und von dem bereits auf pag. 247 die Rede war.

Die Frage, ob der Mond eine Atmosphäre besitzt, wurde mehrfach erörtert und in verschiedenem Sinne beantwortet. Hevel und Schröter nahmen eine solche an, Herschel leugnete sie. Die Mehrzahl der Beobachtungen spricht nicht für das Vorhandensein einer solchen, oder um präciser zu sein, einer mit der irdischen Atmosphäre in Qualität und Dichte gleichen Atmosphäre.

Gegen das Vorhandensein einer solchen spricht der absolute Mangel von veränderlichen, wolkenartigen Objekten; zwar hielt man anfänglich die bei den Sonnenfinsternissen beobachteten Protuberanzen und Fackeln für Gebilde, die dem Monde angehören und bei den Sonnenfinsternissen sichtbar werden; es ist aber längst nachgewiesen, dass diese Objekte der Photosphäre der Sonne angehören. Ebensowenig wurden bei Sonnenfinsternissen andere Erscheinungen, welche auf eine Mondatmosphäre hindeuten würden, beobachtet; eine solche wäre das Auftreten eines Ringes, eines um den Mond sich erstreckenden Halbschattens, welcher von der successiven Lichtschwächung bis zur vollständigen Verdunkelung des Sonnenlichtes herrühren müsste. Die Lichtbrechung in der Mondatmosphäre, wenn eine solche vorhanden wäre, müsste übrigens auch ein Uebergreifen der Hörner der Sonnensichel über den Mondrand heraus auftreten lassen; ferner eine verwaschene, unscharfe Schattengrenze, welche z. B. auf der Erde eine Art Zwielicht oder Dämmerung erzeugt; der aus den Sternbedeckungen abgeleitete Mondhalbmesser müsste sich kleiner ergeben, als der direkt gemessene, weil die Sterne später verschwinden und früher wiedererscheinen würden (da sie in Folge der Brechung in der hypothetischen Atmosphäre noch ein Stück hinter dem Monde gesehen würden); überdies könnte das Verschwinden nicht plötzlich stattfinden, sondern die Sterne müssten in Folge der Lichtschwächung in der Atmosphäre nach und nach an Intensität verlieren. Keine einzige der in diesen Richtungen gemachten Erfahrungen deutet mit Sicherheit auf eine Mondatmosphäre; aber man kann dennoch nicht behaupten, dass die Beobachtungen mit absoluter Sicherheit die Abwesenheit einer solchen zu constatiren gestatten; denn keine einzige dieser Beobachtungen ist hinreichend scharf, um die Abwesenheit überhaupt einer Atmosphäre mit Sicherheit festzustellen. Boguslawsky beobachtete einmal eine Sternbedeckung, welche nicht plötzlich stattfand, sondern welche mit einem Längerwerden des Sterns in der Richtung des Mond-

---

[1]) Astron. Nachr. Bd. 69, pag. 367.

[2]) Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, II. Abtheilung 1867, pag. 850.

radius begann. Eine einzige Beobachtung dieser Art wäre aber soviel wie nichtssagend; aber jedem Beobachter ist das wiederholt auftretende sogen. Kleben des Sterns am Mondrande bekannt: der Stern braucht eine wenn auch unmessbare kurze, so doch immerhin angebbare Zeit zum Verschwinden.

Bezüglich der Schärfe der Schattengrenze muss bemerkt werden, dass allerdings die Uebergänge von Hell und Dunkel äusserst scharf und intensiv sind, dass aber die Unregelmässigkeiten der Schattengrenze, welche von den Mondgebirgen herrührt, doch immerhin nicht zu unterschätzende Unsicherheiten in der Abschätzung dieser Verhältnisse herbeiführen. So haben z. B. BEER und MÄDLER zuweilen eine schwache Aenderung der Farbe, nämlich einen bläulichen Schimmer beobachtet, wenn ein Ringgebirge beleuchtet zu werden anfing[1]).

Aus den Messungen der Mondhalbmesser durch die Sternbedeckungen und auf direktem Wege ergiebt sich wohl auch ein Unterschied, aber ein äusserst kleiner, so dass BESSEL den Schluss zog, dass der Mond keine Atmosphäre besitzen kann, deren Dichte $\frac{1}{300}$ derjenigen unserer Atmosphäre übersteigt. Und wenn man die Messungen dieser Durchmesser selbst in Folge von systematischen oder zufälligen Beobachtungsfehlern als mit gewissen Unsicherheiten behaftet ansieht, so könnte man nur zu dem Schlusse berechtigt sein, dass die Mondatmosphäre, wenn eine solche vorhanden wäre, jedenfalls eine viel zu geringe Dichte habe, als dass sie sich durch die Refractions- oder Extinctionsphänomene offenbaren könnte.

Hiermit erscheint auch eine zweite Frage unmittelbar gelöst, die Frage, ob auf dem Monde Wasser vorhanden wäre. Wäre dieses der Fall, so müssten sich nothwendig Wasserdämpfe entwickeln, die die Rolle einer Atmosphäre spielen, und sich zum mindesten durch Wolkenbildungen verraten würden. Dieses scheint nun ebenfalls nicht der Fall zu sein. Auch Polarflecke, wie dieselben beim Vorhandensein von Wasser in der Gegend der Pole auftreten müssten, sind nicht constatirt worden. Und hiermit erscheint auch über einen weiteren Punkt, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, Klarheit gebracht: dass nämlich die Rillen keine Flüsse sein können. Dass aber überhaupt keine Atmosphäre vorhanden wäre, ist andererseits wieder nicht anzunehmen, da ja bekanntermaassen alle Körper, auch die festen, eine gewisse Tension der Dämpfe haben, welche von dem äusseren Drucke abhängt, und durch diese Dampfbildung sich eine Atmosphäre, wenn auch von äusserst geringer Dichte, bilden muss.

Es erübrigt noch das wichtigste über die Messung der Berghöhen auf dem Monde und über die erhaltenen Resultate anzuführen.

Zur Bestimmung der Höhen der Mondberge kann man drei verschiedene Methoden anwenden. Die eine, die Messung der Erhebungen über den Mondrand, ist nur für Randgebirge anwendbar; eine zweite, die Messung des Abstandes eines in der Nachtseite liegenden hellen Punktes von der Schattengrenze, wurde zuerst von GALILEI[2]) und später von HEVEL angewendet; die sicherste und allgemein anwendbarste Methode ist die der Messung der Schattenlängen, welche von SCHRÖTER eingeführt wurde, der auch die hierfür nöthigen Formeln gab, und welche später allgemein angewendet wurde.

Die Länge des Mondschattens hängt natürlich von drei Momenten ab: von der Lage des Berges gegen die Schattengrenze, von der Lage dieser Schatten-

---

[1]) l. c., pag. 153.

[2]) Ueber diese wurde das Nöthige bereits im I. Bde., pag. 75 mitgetheilt, weshalb hier auf dieselbe nicht näher eingegangen zu werden braucht.

grenze selbst (Phase) und von der Höhe des Berges. Die Grösse der Phase ist bestimmt, wenn man die Lage der Schattengrenze gegen den durch die beiden Mondhörner gehenden grössten Kreis (Hörnerlinie), welcher die Mondscheibe halbirt, kennt.

(A. 360.)

Ist S (Fig. 360) die Sonne, M der Mond, E die Erde, diese in einer zur Zeichnungsfläche senkrechten Ebene gedacht[1]), so ist $H k H_1$ die Schattengrenze des Mondes. Auf einer um E als Mittelpunkt beschriebenen Kugel von beliebigem Radius wird sich die Hörnerlinie $H h H_1$ als ein durch den Mondmittelpunkt M gehender grösster Kreis $(M)(H)$ darstellen; die Ebene EMS schneidet diese Kugel in dem grössten Kreise $(M)(S)$ und es muss $(M)(H)$ auf $(M)(S)$ senkrecht stehen; der Abstand $MES = (M)E(S)$ bestimmt die Phase. Sind ☾, β Länge und Breite des Mondes, ⊙ die Länge der Sonne, so erhält man, wenn $(S)m$ ein Stück der Ekliptik ist, aus dem Dreiecke $(S)(M)m$, in welchem $(S)m =$ ☾ − ⊙, $(M)m = \beta$ ist, den Winkel $(S)(M) = E$:

$$\cos E = \cos\beta \cos(☾ - ⊙). \tag{1}$$

Man erhält dann in dem ebenen Dreiecke MES, in welchem die Seiten ME, ES und der eingeschlossene Winkel E bekannt sind:

$$\frac{\sin S}{\sin M} = \frac{\sin(M+E)}{\sin M} = \cos E + \operatorname{cotang} M \sin E = \frac{EM}{ES} = a$$

und daraus

[1]) Der Mond ist dabei wesentlich vergrössert.

$$cotang\, M = \frac{\alpha - cos\, E}{sin\, E}.$$

Nun steht die Ebene der Schattengrenze senkrecht auf der Richtung SM; es ist daher $kM \perp MS$, wenn kM der Schnitt der Ebene HkH_1 mit der Ebene MES ist. Bezeichnet man daher den Winkel kME mit ϑ, so ist

$$\vartheta = 90° - M,$$

folglich

$$tang\, \vartheta = \frac{\alpha - cos\, E}{sin\, E}. \tag{2}$$

Dabei ist α das Verhältniss der Entfernungen des Mondes und der Sonne von der Erde; führt man statt dessen die Parallaxen ein, und ist $\pi_☾$ die Mondparallaxe, $\pi_\odot$ die Sonnenparallaxe, so wird

$$\alpha = \frac{sin\, \pi_\odot}{sin\, \pi_☾}. \tag{3}$$

Da $sin\, E$ beständig positiv ist, weil E zwischen den Grenzen 0 und 180° eingeschlossen ist, so folgt aus (2) ϑ positiv oder negativ, je nachdem $cos\, E \lesseqgtr \alpha$ ist, oder da α eine sehr kleine Grösse ist (sehr nahe $\frac{1}{400}$) je nachdem $E \gtreqless 90°$ ist[1]); es wird daher die Formel (2) ϑ positiv ergeben für den zu beiden Seiten des Vollmondes gelegenen halben Monat (zwischen erstem und letztem Viertel), d. i. wenn der Mond mehr als halb erleuchtet ist, und negativ für den zu beiden Seiten des Neumondes gelegenen (zwischen letztem und erstem Viertel), wenn der Mond weniger als halb erleuchtet ist.

Hiermit ist die Lage der Schattengrenze gegen die Hörnerlinie festgelegt.

Für das weitere wird es nöthig, die einzelnen Punkte auf der Mondoberfläche in irgend einer Weise festzulegen. Da es sich hierbei nur um die Bestimmung der Höhen handelt, so wird die Art der Festlegung eigentlich ganz willkürlich, und es erscheint am zweckmässigsten, alle Punkte auf eine Fundamentalebene zu beziehen, welche durch den Mondmittelpunkt senkrecht zur Hörnerlinie HH_1 liegt, d. i. auf den Beleuchtungsäquator khp. Der Punkt P ist bestimmt, wenn sein Abstand PQ von der Schattengrenze und sein Abstand Pp vom Beleuchtungsäquator bekannt ist; dann wird die Höhe aus der Schattenlänge PR bestimmt.

Die Abstände PQ, Pp werden nun geocentrisch bestimmt; die durch EP parallel zu MS gelegte Ebene wird die Himmelskugel in einem grössten Kreise schneiden, während die aus E genommene Centralprojection des Parallelkreises PQ kein grösster Kreis ist; da jedoch der von der Erde aus gesehene Halbmesser des Mondes nur etwa $\frac{1}{4}°$ beträgt, so wird man diese beiden sphärischen Linien als zusammenfallend ansehen können und daher PQ als den Schnitt der durch EP parallel zu MS gelegten Ebene mit dem Mond betrachten können. Der hieraus entspringende Fehler ist um so weniger von Belang, als die zu diesem Behufe anzustellenden Messungen in Folge mancherlei Umstände, insbesondere in Folge der Unregelmässigkeit der Schattengrenze mit weit grösseren Fehlern behaftet sind.

Zunächst ist zu bemerken, dass der Winkel $hHk = \vartheta$ ist.

Ist nun der Punkt P festgelegt durch seinen Abstand $PQ = \Lambda$ von der Schattengrenze und $Pp = \mathrm{H}$ von dem Beleuchtungsäquator, u. z. als geocentrische Winkel (PEQ, PEp), so wird man zweckmässig diese Winkel in Theilen des

[1]) Die kleine Abweichung rührt davon her, dass für die Dichotomie EM nicht senkrecht steht zu ES.

Mondhalbmessers ausdrücken, indem man durch den Werth P des Mondhalbmessers, in Secunden, dividirt, und es sei:

$$\frac{\Lambda}{\mathrm{P}} = \lambda; \quad \frac{\mathrm{H}}{\mathrm{P}} = \eta.$$

Ist δ die selenocentrische, auf den Beleuchtungsäquator bezogene Breite des Punktes P, also $\delta = PMp$, so wird, wenn ρ der lineare Mondhalbmesser, und r die Entfernung des Mondes von der Erde ist:

$$MP \sin\delta = EP \sin \mathrm{H}$$

daher

$$\sin\delta = \frac{EP}{MP} \sin \mathrm{H}.$$

Hier kann man, ohne mehr als bereits erwähnt, zu vernachlässigen, für EP die Entfernung r ersetzen, und erhält dann, $\sin \mathrm{H}$ mit H vertauschend:

$$\sin\delta = \frac{r}{\rho} \mathrm{H}$$

oder da $\frac{\rho}{r} = \mathrm{P}$ der scheinbare Mondhalbmesser ist:

$$\sin\delta = \eta. \tag{4}$$

Projicirt man den Bogen QP auf eine zu EM senkrechte Ebene, so findet sich, da der Halbmesser des Paralleles PQ in Einheiten des Mondhalbmessers gleich $\cos\delta$ ist:

$$\lambda = \cos\delta \sin\varepsilon + \cos\delta \sin\vartheta,$$

wobei ϑ in dem bereits früher angeführten Sinne positiv zu zählen ist. Hieraus erhält man für den Abstand des beobachteten Objektes P von der Hörnerlinie

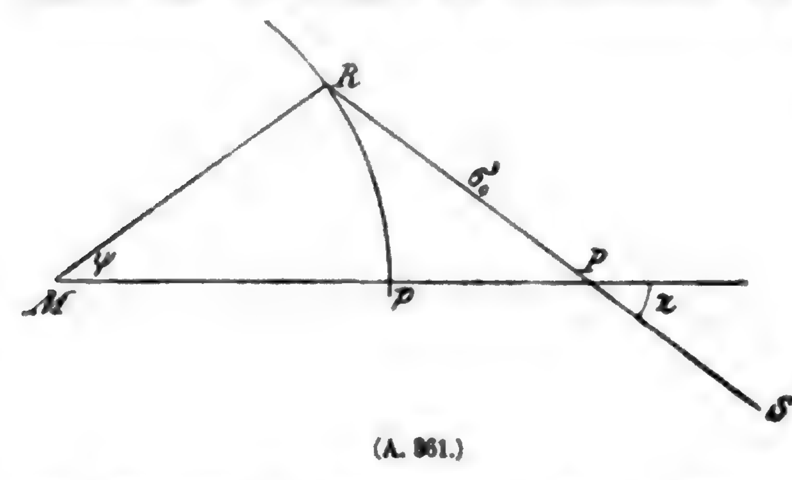
$$\sin\varepsilon = \lambda \sec\delta - \sin\vartheta. \tag{5}$$

Dabei ist ε positiv in der Richtung gegen den hellen Mondrand zu, also in der Richtung, in welcher die Abstände QP gemessen werden; in demselben Sinne ist nun auch ϑ, von der Lichtgrenze aus gezählt, positiv, so dass jetzt ganz allgemein die sämmtlichen Winkel von der Lichtgrenze aus gegen den hellen Mondrand zu positiv sind.

Die Neigung der Lichtstrahlen $P(S)$ gegen die Tangentialebene in P giebt die absolute Höhe der Sonne über dem Horizont von P, daher ist der Winkel zwischen dem Lichtstrahl $P(S)$ und dem Radius MP des Punktes P, d. i. der Winkel PMi die Zenithdistanz z der Sonnenstrahlen. Aus dem sphärischen Dreiecke PHi, in welchem $PH = 90° - \delta$, $Hi = 90°$, $PHi = 90° - (\vartheta + \varepsilon)$ (weil $kHi = 90°$ ist), folgt die gesuchte Zenithdistanz z aus der Gleichung

$$\cos z = \cos\delta \sin(\vartheta + \varepsilon). \tag{6}$$

Weiters ist zu beachten, dass man niemals die wahre Schattenlänge findet, sondern nur den Abstand des Schattenendes von der Spitze des schattenwerfenden Objectes. Sei nämlich M (Fig. 361) der Mondmittelpunkt, P die Spitze des Berges, p deren Projection auf die Mondoberfläche, SP die Richtung der Lichtstrahlen, daher R der Schatten der Bergspitze, so ist die wahre Schattenlänge Rp; wo immer nun aber die Erde sich befindet, kann man den Punkt p nicht sehen, sondern man bestimmt die Entfernung $PR = \sigma_0$. Allein diese Linie wird von der Erde



(A. 361.)

nicht normal gesehen, sondern sie hat gegen die Sehstrahlen eine gewisse Neigung; man kann für diese ohne merklichen Fehler statt des Sehstrahles EP (Fig. 360) den der Mitte der Mondoberfläche entsprechenden Sehstrahl EM setzen, und hat dann als Neigung der Linie PR (Fig. 361) gegen den Sehstrahl den bereits bestimmten Winkel M. Ist daher Σ die gemessene Entfernung in Bogensecunden

$$\frac{\Sigma}{\mathrm{P}} = \sigma$$

die gemessene Entfernung in Theilen des Mondhalbmessers, so ist die wahre Länge

$$PR = \sigma_0 = \frac{\sigma}{\sin M} = \frac{\sigma}{\cos \vartheta}.$$

Weiter ist MPR (Fig. 361) gleich z, die Zenithdistanz der Sonne an der Spitze des Berges, folglich erhält man den zu σ_0 gehörigen selenocentrischen Winkel ψ aus

$$\sin \psi = \frac{\sigma_0 \sin z}{MR}$$

und

$$MP = \frac{\sin(z + \psi)}{\sin z} MR$$
$$pP = h = MP - MR$$

oder da als Einheit von σ der Mondradius MR gewählt ist:

$$\sin \psi = \frac{\sigma \sin z}{\cos \vartheta} \qquad (7)$$

$$h = \frac{\sin(z + \psi)}{\sin z} - 1. \qquad (8)$$

Die erhaltenen Formeln lassen sich noch in manchen Punkten etwas vereinfachen; so wird man in den meisten Fällen damit ausreichen, dass man auf die Veränderlichkeit der Mondparallaxe nicht Rücksicht nimmt, und demgemäss für α eine Constante nimmt. Ist $\pi_{\odot} = 8''\cdot815$, $\pi_{☾} = 3522''\cdot06$, so kann ausreichend genau

$$\alpha = 0\cdot00250$$

angenommen werden.

Eine andere Vereinfachung ergiebt sich aus der Zusammenziehung der Formeln (5) und (6); entwickelt man die Formel (6) und setzt (5) ein, so erhält man noch

$$\cos z = \lambda \cos \vartheta + \cos \delta \sin \vartheta (\cos \varepsilon - \cos \vartheta)$$

und hier verschwindet das zweite Glied, und z wird von δ unabhängig, wenn entweder ε und ϑ sehr klein, oder beide nahe gleich sind, d. h. für Bergspitzen, welche gegenüber der Hörnerlinie nahe symmetrisch zur Schattengrenze liegen.

Im allgemeinen wird man von diesen Vereinfachungen jedoch keinen Gebrauch zu machen in der Lage sein; hingegen muss in Formel (8) noch darauf hingewiesen werden, dass wegen der Kleinheit der Schattenlängen ψ immer nur ein mässiger Winkel sein wird, und die Höhen h sich dann in dieser Form nicht mit der genügenden Schärfe ergeben werden. Man erhält aber leicht

$$h = \cos \psi + \cot z \sin \psi - 1$$

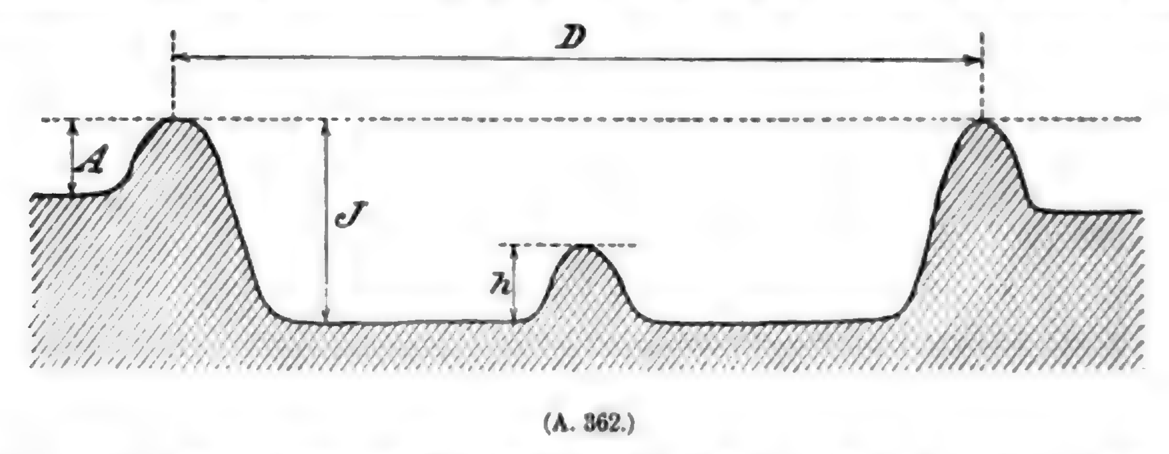
oder

$$h = \frac{\sigma \cos z}{\cos \vartheta} - 2 \sin^2 \tfrac{1}{2} \psi. \qquad (8a)$$

welche Formel für alle Fälle ausreichen wird.

Um über die Resultate der Messungen ein klares Bild zu bekommen, genügt es nicht, die Höhen an und für sich zu betrachten; diese sind selbstverständlich sehr wechselnd; einiges wurde bereits nach den Messungen von MÄDLER früher angeführt. Die Höhen steigen etwa bis 7000 *m*, also ungefähr zur Höhe der Erdgebirge, doch ist die relative Höhe bedeutender, da ja der Mondhalbmesser nur etwa $\frac{1}{4}$ des Erdhalbmessers beträgt. Bei der grossen Schwierigkeit der Messung kann es natürlich nicht Wunder nehmen, dass die Uebereinstimmung der Resultate verschiedener Messungen oft eine nur mässige ist. Wichtig aber sind die Aufschlüsse, die man aus der Vergleichung der Höhenmessungen mit der allgemeinen Configuration der Mondgebirge erhält.

Eine sehr bemerkenswerthe Zusammenstellung gab EBERT[1]); er verglich für 92 typische Wallebenen, Ringgebirge und Krater die Dimensionen u. zwar: 1. den Durchmesser D der Wallebene; 2) die Höhe A des Walles über dem äussern



(A. 362.)

Niveau (vergl. Fig. 362); 3) die Höhe I des Walles über dem innern Niveau; und 4) die Höhe h des Centralberges über dem innern Niveau.

Eine statistische Zusammenstellung über die einzelnen Werthe der A, I, h und D zu geben, würde gemäss der geringen Anzahl der angeführten Mondgegenden selbstverständlich werthlos sein; hingegen geben die gegenseitigen Vergleichungen der Werthe dieser Grössen sehr interessante Resultate, welche im folgenden kurz hervorgehoben werden sollen.

1) Bei allen Ringgebirgen (unter denen jetzt Kürze halber auch die Wallebenen und Krater verstanden werden sollen) ist $I > A$, d. h. das innere Niveau liegt stets unter dem äusseren Niveau. Unter denen 92 untersuchten Objekten ist das Verhältniss

$\frac{I}{A}$ zwischen	1		2		3		4	und darüber:
		34		34		16		8 mal.

Das Verhältniss ist am kleinsten, nämlich 1·015 für Hansteen, bei welchem $I = 0·863$ *km*, $A = 0·850$ *km* ist; hier ist also das innere Niveau nahe in derselben Höhe wie das äussere; es ist dieses auch absolut die geringste Niveaudifferenz; sie beträgt nur 13 *m*, während unter den verglichenen Objekten diesem am nächsten kommen: Anaxagoras mit 217 *m* und Cichus mit 271 *m* Niveau-Differenz, deren Wälle aber auch absolut genommen bedeutende Höhen (über 2 *km*) erreichen. Das Verhältniss ist am grössten, nämlich 4·735 für die grosse Wallebene Scheiner, bei welcher die Erhebung des Walles über das äussere Niveau nicht besonders bedeutend: $A = 766$ *m* ist, hingegen die Tiefe sehr beträchtlich: $I = 3627$ *m*; es ist dieses übrigens auch die zweitgrösste, in der

[1]) »Ueber die Ringgebirge des Mondes« Sitzungsberichte der physik.-med. Societät Erlangen. 1890, pag. 171 ff.

Tabelle auftretende Niveaudifferenz; dieselbe ist nur noch grösser bei Maurolycus, für welchen $A = 1446$ *m*, $I = 4477$ *m* ist.

2) Bei allen Ringgebirgen ist I bedeutend kleiner als D. Das Verhältniss

$\frac{D}{I}$ ist zwischen	0	5	10	15	20	25	30	40	50 und darüber:
für	0	9	20	20	16	8	10	5	4 Objecte.

Die kleinsten Werthe sind:

7·0	bei Thebit *A*,	dessen	Durchmesser	24·0 *km* ist
7·1	„ Phytheas,	„	„	18·5 „ „
7·2	„ Messier (östl. Krater),	„	„	14·8 „ „
7·8	„ Flamsteed,	„	„	14·8 „ „
8·2	„ Diophantus,	„	„	19·6 „ „
8·5	„ Argelander *C*,	„	„	26·0 „ „
9·2	„ Picard *A*,	„	„	19·0 „ „
9·4	„ Clavius *D*,	„	„	27·0 „ „
9·5	„ Luther,	„	„	14·0 „ „

Die grössten Werthe des Verhältnisses sind:

50·9	bei Hansteen,	dessen	Durchmesser	50·8 *km* ist
58·7	„ Taruntius,	„	„	70·5 „ „
70·1	„ Alphonsus	„	„	133·6 „ „
71·0	„ Schikard	„	„	215·0 „ „

Selbstverständlich kommen die kleinen Werthe von $\frac{D}{J}$ bei den kleinen Ringgebirgen vor; Krater von 14 *km* Durchmesser oder darunter, sind nur noch die folgenden beiden angeführt:

Euler *B*	mit dem Durchmesser	12 *km*	und dem Verhältnisse $\frac{D}{J} = 13·6$
Milichius	„ „ „	12 „	„ „ „ 12·6

also ebenfalls mit relativ kleinen Werthen von $\frac{D}{I}$. Ebenso treten die grossen Werthe von $\frac{D}{I}$ bei den grossen Wallebenen auf. Das Verhältniss $\frac{D}{I}$ ist im Mittel:

für kleine Ringgebirge	$D < 28$ *km* :	$D:I = 10$
„ mittlere „	28 *km* $< D < 90$ *km* :	$= 20$
„ grosse „	90 *km* $< D < 120$ *km*	32
„ Wallebenen	120 *km* $< D$	40[1])

Doch kommen auch grosse Wallebenen mit verhältnissmässig kleinen Werthen von $\frac{D}{I}$ vor, bei denen eben I ziemlich gross ist. Die Form der Wallebenen ist aber ausnahmslos von tiefen Einsenkungen oder Löchern verschieden, und nähert sich unter allen Umständen der Tellerform, wie aus Fig. 362 zu entnehmen ist.

3) Eine weitere Charakteristik des Ringgebirges erhält man durch Vergleichung des Volumens V der Einsenkung und v des Walles. Bei einfachen Massenumwälzungen müsste das Volumen der Einsenkung gleich demjenigen der Erhebung sein, also $\frac{V}{v} = K = 1$, oder $\varepsilon = 1 - K = 0$; dieses ist nun aber auf dem Monde

[1]) Ebert, l. c. pag. 185.

durchaus nicht die Regel; es kommen sowohl positive wie negative ε vor. Ein positives ε bedeutet, dass die Erhebung überwiegt; solche Fälle sind in der Ebert'schen Tabelle 28; ein negatives ε hingegen bedeutet, dass die Einsenkung überwiegt; solche Fälle sind 64; die Einsenkungen überwiegen daher ziemlich bedeutend.

4) Die Höhe h ist nur für 19 von den 92 Mondgebirgen angegeben; sie bleibt stets so klein, dass die Kuppe des Centralberges meist das äussere Niveau noch nicht erreicht; es ist

	$I-(A+h)$		$I-(A+h)$		$I-(A+h)$
für Geminus	+ 1875 m	für Langrenus	+ 589 m	für Tycho	— 4 m
Maurolycus	1840	Werner	585	Cyrillus	— 88
Copernicus	1660	Stevinus	325	Arzachel	— 231
Theophilus	1267	Cleomedes	260	Walter	— 713
Bullialdus	808	Piccolomini	206	Alphonsus	— 782
Mersenius	637	Timocharis	170	Moretus	—1594
		Agrippa	8		

im Mittel $I-(A+h) = 360\ m$, also der innere Bergkegel noch um 360 m tiefer als das äussere Niveau.

Weitere Schlüsse über die Beziehungen, in welchen die Höhen des Centralberges zu den übrigen charakteristischen Grössen der Mondgebirge stehen, wären jedenfalls verfrüht, da die Zahl der in Betracht gezogenen Objecte noch zu klein ist. Im allgemeinen stehen wir erst im Beginne der Erkenntniss der Oberflächenbeschaffenheit des Mondes, und wird erst durch eine grosse Zahl von Messungen die Zukunft hierüber Klarheit bringen. N. Herz.

Multiplikationskreis. Setzt man voraus, dass bei der Einstellung zweier Striche des Limbus und der Alhidade oder des Nonius ein Fehler von einer gewissen Grösse im linearen Maasse durch Abweichung der Striche zu beiden Seiten möglich ist, so wird dieser Fehler im Winkelmaasse um so kleiner, je grösser der Halbmesser der Kreise ist. Um nun aber auch mit kleineren Instrumenten eine grössere Genauigkeit zu erzielen, hat Borda das Verfahren der Multiplication oder Repetition eingeführt. Ist es nämlich möglich, das n-fache des Winkels zu bestimmen, so wird der auf die erwähnte Weise entstandene Fehler der Lesung das n-fache des Winkels treffen, und der Fehler der einfachen Winkelmessung wird demnach auf $\frac{1}{n}$ reducirt. Das Verfahren findet ausschliesslich seine Anwendung bei der Messung von Horizontalwinkeln bei den Theodolithen, zu welchem Zwecke eigene Instrumente, die Repetitions- oder Multiplikationstheodolithe construirt worden sind. Die Möglichkeit der Vervielfältigung der Messung wird dadurch erreicht, dass Limbus sowie Alhidade um eine gemeinschaftliche Axe, aber unabhängig von einander, drehbar eingerichtet werden, wodurch der nicht mit dem Fernrohr verbundene Kreis zum Multiplikationskreis wird.

Denkt man sich bei dem Universalinstrument (s. dieses) den äusseren Horizontalkreis nicht fest, sondern selbst um die verticale Axe drehbar, aber zunächst festgeklemmt, so wird die Messung des Horizontalwinkels durch zwei Einstellungen bewerkstelligt werden können; es wird zunächst auf das links gelegene Objekt pointirt, die Einstellung abgelesen, dann das Fernrohr nach dem rechts gelegenen Objekte gedreht, und neuerdings abgelesen; die Differenz der ersten und zweiten Ablesung giebt die Grösse des Winkels am Standorte. Lüftet

man aber jetzt, nachdem Limbus und Alhidade aneinander geklemmt wurden, die Klemme, welche den Limbus gegen das Stativ befestigt, und dreht das Fernrohr wieder auf das links gelegene Objekt zurück, so hat sich die gegenseitige Stellung von Limbus und Alhidade nicht geändert, es wird daher die Ablesung dieselbe sein, und die Grösse des zu messenden Winkels bestimmen, das Fernrohr jedoch wird wieder auf den Anfangspunkt des Winkels gerichtet sein. Klemmt man jetzt wieder den Limbus, lüftet die Alhidade, und dreht neuerdings nach dem rechts gelegenen Objekte, so erhält man eine dritte Lesung, und die Differenz der zweiten und dritten Lesung giebt wieder die Grösse des zu messenden Winkels. Dieses Verfahren kann beliebig oft wiederholt werden und man erhält *n* Messungen desselben Winkels an verschiedenen Stellen des Kreises; es ist aber nicht nöthig, jedesmal eine Lesung zu machen, und man erhält dann nach *n* Repetitionen durch zwei Lesungen den *n*-fachen Winkel.

Nebst der Erhöhung der Genauigkeit hat dieses Verfahren noch den Vortheil, dass sich Instrumentalfehler theilweise eliminiren. Zur Erhöhung der Genauigkeit jedoch liest man nicht blos am Anfange und Ende der *n* Repetitionen ab, sondern man macht nach jeder zweiten oder dritten Einstellung eine Lesung; die so erhaltenen Werthe müssen aber nach der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen werden. Die Anwendung der Methode selbst gehört jedoch fast ausschliesslich dem Gebiete der Geodäsie an, und muss daher die weitere Ausführung hier unterbleiben. (Man vergl. darüber z. B.: BESSEL, »Betrachtungen über die Methode der Vervielfältigung der Beobachtungen«, Astr. Nachr. Bd. XI, pag. 269 und Ges. Werke Bd. III, pag. 306). N. HERZ.

Niveau, Niveauprüfer. Zur Beurtheilung der Neigung von Linien oder Ebenen gegen den Horizont dient das Niveau oder die Libelle (Wasserwage). In älteren Zeiten, wo man sich wesentlich darauf beschränkte, Instrumententheile, wie Axen, Kreisebenen, horizontal zu stellen und soweit als möglich zu berichtigen, wurde sie in der Form der Kanalwage benützt, d. i. eines aus zwei durch einen horizontalen Arm verbundenen, communicirenden verticalen Schenkeln bestehenden, mit Flüssigkeit bis zu einer gewissen Höhe gefüllten Gefässes, in welchem die gleiche Höhe der Flüssigkeit in den beiden verticalen Schenkeln die horizontale Lage des horizontalen Armes und damit des unter demselben befindlichen Instrumententheiles angab. Die Erkenntniss, dass eine vollständige Constanz der Stellung des Instrumentes auf die Dauer nicht zu erhalten ist, und dass man in jedem Augenblicke die Lage der Instrumententheile prüfen, bestimmen, und die Abweichungen von der theoretisch geforderten Lage in Rechnung zu ziehen hat, brachte es mit sich, dass man auch Neigungen zu messen suchte. Die Kanalwage ist hierzu jedoch wenig geeignet, da die Höhendifferenzen in den beiden Schenkeln bei mässigen Neigungsänderungen ganz klein sind, wenn der Verbindungsarm nur kurz ist, und eine Verlängerung des horizontalen Verbindungsarms nothwendig erhebliche Fehlerquellen, in erster Linie die ungleiche Temperatur der Flüssigkeit in den beiden verticalen Schenkeln, mit sich bringt.

Schon 1730 schlug daher HADLEY die Röhrenlibelle vor: eine einfache cylindrische Röhre, die nach einer Seite etwas gekrümmt ist, so dass sie einen Theil eines vertical gestellten hohlen Ringes von sehr grossem Halbmesser bildet. Die Krümmung wird in der Praxis durch Anschleifen hergestellt, so dass man von einer »kreisförmigen« Form des Niveaus spricht. Ausserdem kommen für

die Horizontalstellung von Ebenen noch sogen. Dosenlibellen vor, deren innere Oberfläche nach einer Kugelfläche angeschliffen ist.

Das Niveau wird mit einer Flüssigkeit bis auf eine kleine Blase, die sogen. »Luftblase«, gefüllt; in der That sind es jedoch Dämpfe der leichtflüchtigen Flüssigkeit (Alkohol, Aether), von welchen diese »Luftblase« gebildet wird. Bei höherer Temperatur dehnt sich die Flüssigkeit aus, der Hohlraum wird kleiner, wobei sich durch den Druck ein Theil der Dämpfe condensirt: die Blase wird kleiner; bei niedriger Temperatur und Zusammenziehung der Flüssigkeit wird die Blase grösser, wobei ein Theil der Flüssigkeit durch den verminderten Druck sich in Dampf verwandelt. Da die verschiedene Länge der Blase, wie später erwähnt wird, nicht ohne Einfluss auf die Neigungsbestimmung ist, sind Einrichtungen getroffen, um die Länge der Blase immer constant zu erhalten; es wird an dem einen Ende des Niveaus ein Reservoir *R* (Fig. 363) angebracht, welches durch eine Oeffnung an der unteren Seite mit dem eigentlichen Flüssigkeitsraume communicirt. Bei der gewöhnlichen Stellung der Libelle, bei welcher die convexe Seite *AB* nach aufwärts gerichtet ist, werden sich die sogen. Lufträume *a* und *O* jeder für sich vergrössern, bezw. verkleinern. Wird die Blase *O* sehr gross, so wird die Libelle umgekehrt, so dass *CD* nach oben kommt, und vorsichtig so viel Alkohol- oder Aetherdampf in die Kammer entlassen und dafür Flüssigkeit eintreten gelassen, dass die Blase eine bestimmte Länge erhält. Umgekehrt wird, wenn die Blase zu kurz ist, ein Theil des Aetherdampfes aus *a* in den eigentlichen Libellenraum aufgenommen.

Das Niveau wurde früher zugeschmolzen; doch war das Zuschmelzen häufig von nachtheiligen Folgen für die Erhaltung der Gleichmässigkeit der Krümmung verbunden, weshalb jetzt namentlich Repsold die Seiten bei *AD* und *BC* anschleift und durch Glasplatten verschliesst, welche, nachdem das Libellenrohr mit destillirtem Wasser gereinigt und gehörig getrocknet ist, mit dickem arabischen Gummi oder mit Fischleim[1]) angekittet werden. Die Füllung der Libelle geschieht am bequemsten in folgender Art[2]): Nachdem die beiden Deckgläschen *AD* und *BC*, von denen das eine mit einer feinen Durchbohrung versehen ist, angekittet und gut angetrocknet sind, wozu immerhin 2 bis 3 Tage erforderlich sind, wird an das nicht durchbohrte Deckglas noch ein Stückchen Kalbs- oder Schweinsblase, das mit Gummi oder Fischleim bestrichen ist, angekittet, und der Rand der Thierblase an das Ende des Libellenrohres gekittet und festgebunden. Sobald dieser Verschluss getrocknet ist, wird die Libelle von der durchbohrten Scheibe aus mittels einer Injectionsspritze mit säurefreiem[3]) Aether fast ganz gefüllt. Der Aether wird dann durch Erwärmen auf ca. 36° zum schwachen Sieden gebracht, was dadurch geschehen kann, dass das Niveau längere Zeit in der warmen Hand gehalten wird, und wenn dies nicht ausreichen sollte, noch mit einem etwas wärmeren Tuche umwickelt wird, worauf er sofort zu sieden beginnt. In diesem Momente wird die Oeffnung mit einem kleinen, ebenfalls mit Gummi oder Fischleim bestrichenen Deckglase und darauf mit Kalbs- oder Schweinsblase verschlossen, trocknen gelassen und endlich der Verschluss an

---

[1]) Man verwendet dazu geschmolzenen Fischleim; das käufliche sogen. »Syndeticon« enthält stets nicht unbeträchtliche Quantitäten Säure und darf daher nicht verwendet werden.

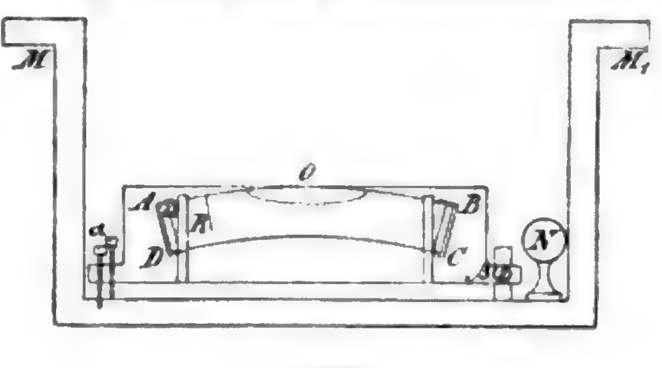
[2]) Ich entnehme das folgende Verfahren einer gütigen schriftlichen Mittheilung von Prof. Oudemans in Utrecht vom 6. November 1887, welche ich mit dessen freundlicher Bewilligung wiedergebe.

[3]) Ist man nicht vollkommen überzeugt, dass der Aether säurefrei ist, so empfiehlt es sich ihn vorher noch mit etwas Aetzkalk zu schütteln.

beiden Seiten durch einen Ueberzug von Schellackfirnis gesichert. Bei dem Operiren in feuchten Gegenden empfiehlt es sich, die Enden noch überdies durch eine dünne Kautschukmembran, welche unmittelbar über der Blase festgebunden wird, zu dichten.

Bei Verwendung von Gummi arabicum muss der Aether absolut wasserfrei sein, überdies unter allen Umständen absolut säurefrei, da sonst das Glas im Laufe der Zeit angegriffen wird und sich Körnchen ansetzen, wodurch die Blase träge wird oder leckt, an manchen Stellen nicht haften bleibt. Wiederholte Untersuchungen zeigten übrigens, dass Kaliglas von Säuren weniger angegriffen wird, und neue Versuche in dieser Richtung zur Herstellung dauerhafter Niveaus aus besseren Glassorten sind, wenigstens theilweise, von Erfolg gekrönt worden.

Das Niveau ist gewöhnlich in einer oben mit einem Glasfenster versehenen Messinghülse (Fig. 363) befestigt, und diese durch zwei Correctionsschrauben α an dem einen Ende im verticalen Sinne, und durch zwei Correctionsschrauben β an dem anderen Ende im horizontalen Sinne verschiebbar, an dem Niveauträger befestigt, welcher entweder mittels zweier Füsschen aufgesetzt oder mittels zweier Arme angehängt wird. Als Unterlage des Niveaus ist dabei die Verbindungslinie der Unterstützungspunkte, also die Linie MM_1 anzusehen, welche als Basis des Niveaus bezeichnet werden kann.



(A. 363.)

Die Blase wird nach hydrostatischen Gesetzen stets den höchsten Punkt einnehmen; der Horizontalstellung der Basis bezw. der Axe, auf welche die Libelle aufgesetzt oder angehängt wird, wird eine Stellung der Blase an einem gewissen Punkte, dem Einspielpunkte, entsprechen. Um Abweichungen der Blase vom Einspielpunkte zu messen, wird an der kreisförmig angeschliffenen Seite eine willkürliche Theilung angebracht, und man nennt die Veränderung der Neigung des Niveaus, welche der Verschiebung der Blase um einen Theilstrich entspricht, den Winkelwerth eines Scalentheiles oder kürzer den Parswerth des Niveaus[1]). Die Theilung ist dabei ganz willkürlich, ebenso auch der Ort des Nullpunktes; dieser kann in der Mitte angebracht sein; er kann an der Seite sein; nur wird in letzterem Falle der Einspielpunkt des Niveaus nicht mit dem Nullpunkte zusammenfallen können. Doch hält man selbstverständlich, um Neigungen nach beiden Seiten in gleichem Ausschlage messen zu können, den Einspielpunkt in der Nähe der Mitte der Theilung, zu welchem Zwecke die Correctionsschräubchen α dienen. Zur Kenntniss der Neigung von MM_1 ist aber die Lage des Einspielpunktes wichtig, und wenn der Nullpunkt in der Mitte angebracht ist, nennt man die Abweichung des Einspielpunktes vom Nullpunkte den »Fehler des Niveaus«.

Sei für ein Niveau E (Fig. 364) der Einspielpunkt, also die Basis bestimmt durch die Richtung MM_1 (sie kann dabei irgendwo oberhalb oder unterhalb

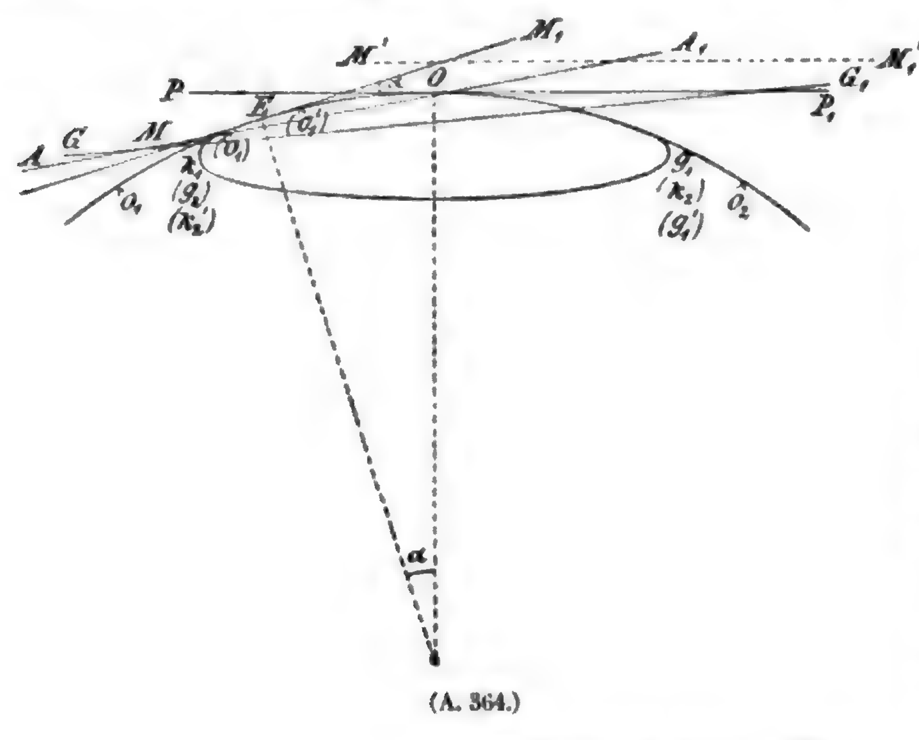
---

[1]) Die Krümmung, nach welcher feine Niveaus geschliffen sind, ist dabei, wie man leicht sieht, ausserordentlich schwach; wenn z. B. die Entfernung zweier Theilstriche 3^{mm} beträgt, und der Parswerth dabei 1'' sein soll, so entspricht dieses der Krümmung nach einem Kreise von $\frac{3^{mm}}{arc\ 1''} = 618{\cdot}8$ Metern.

MM_1 liegen, je nachdem das Niveau aufgehängt oder aufgesetzt ist). Die Blase nimmt dabei diejenige Stellung ein, bei welcher die Tangente an ihrem höchsten Punkte O horizontal ist, und die Neigung von MM_1 gegen die Horizontale PP_1 ist gleich dem Winkel, den die Radien in E und O einschliessen. Ist der Nullpunkt der Theilung in o_1 auf der Seite von P gelegen, so wird die grössere Lesung g_1, die kleinere k_1 sein, und $\frac{1}{2}(g_1 + k_1)$ wäre die Lesung für O, daher wenn E die Lesung für den Einspielpunkt bedeutet, die Abweichung des höchsten Punktes vom Einspielpunkte

$$[\tfrac{1}{2}(g_1 + k_1) - E]$$

und ist μ der Parswerth des Niveaus, so ist



(A. 364.)

$$\alpha = [\tfrac{1}{2}(g_1 + k_1) - E]\,\mu$$

die gesuchte Neigung. Wäre hingegen der Nullpunkt in o_2, auf der Seite von P_1, so wird die grössere Lesung g_2, die kleinere k_2, daher

$$\alpha = [E - \tfrac{1}{2}(g_2 + k_2)]\,\mu.$$

Macht man daher zunächst Lesungen bei der Stellung 1 (Nullpunkt o_1) setzt dann das Niveau um und macht die Lesungen bei der Stellung 2 (Nullpunkt o_2), so erhält man durch Combination der beiden Lesungen (Addition der beiden Gleichungen):

$$\alpha = [(g_1 + k_1) - (g_2 + k_2)] \cdot \tfrac{1}{4}\mu. \tag{1}$$

Man erhält demnach durch ein vollständiges Nivellement, welches aus den Lesungen des Niveaus in beiden Lagen desselben besteht, die Neigung unabhängig von der unbekannten Lesung im Spielpunkte. Diese selbst erhält man durch Subtraction der beiden Gleichungen:

$$E = \tfrac{1}{4}[(g_1 + k_1) + (g_2 + k_2)]. \tag{2}$$

Liegt der Nullpunkt nahe dem Spielpunkte, so wird für die eine Lage [Nullpunkt in (o_1)]:

$$\alpha = [\tfrac{1}{2}(g_1 - k_1) - E]\mu$$

und bei umgesetztem Niveau [Nullpunkt in (o_1')]:

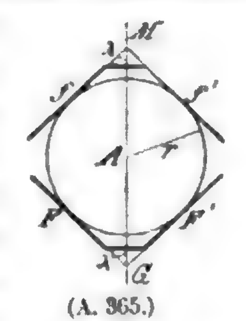
$$\alpha = [\tfrac{1}{2}(g_1' - k_1') + E]\mu$$

und daraus

$$\alpha = [(g_1 - k_1) + (g_1' - k_1')]\tfrac{1}{4}\mu; \qquad E = \tfrac{1}{4}[(g_1 - k_1) - (g_1' - k_1')].$$

Von den beiden Punkten des Niveaus (zu beiden Seiten des Nullpunktes), welche der Lesung E entsprechen, ist derjenige der Spielpunkt, welcher auf der Seite der grösseren Lesungen ($g_1 > g_1'$, $k_1 > k_1'$) liegt, wonach auch eine event. nöthig werdende Berichtigung des Niveaus leicht vorzunehmen ist. Würde man, was viel praktischer wäre, die Lesungen nach der einen Seite als positiv, die nach der anderen als negativ bezeichnen, so würden die Formeln mit (1), (2) zusammenfallen.

So einfach wird die Ausführung des Nivellements in der Praxis aber nicht. Das Niveau ruht nicht auf zwei Punkten aut der Unterlage, sondern ist mittels zweier schräg angeschliffenen Flächen f, f' (s. Fig. 365) auf cylindrischen Zapfen aufgesetzt, welche selbst wieder in ein Zapfenlager eingesenkt sind, das ebenso aus zwei schräg angeschliffenen Flächen F, F' besteht. Der mit dem Niveau fest verbundene Unterstützungspunkt der ersteren an dem einen Ende ist der Schnittpunkt M der beiden Linien f, f' (eigentlich eine kurze gerade Linie als Schnitt zweier Ebenen), während je nach der Grösse des Zapfenhalbmessers r die Entfernung des Mittelpunktes des Zapfens von M variiren wird. Diese Entfernung AM ist gleich $r \operatorname{cosec} \lambda$, wenn 2λ der Winkel ist, unter dem sich die beiden Flächen f, f' schneiden. Es handelt sich aber nun in diesem Falle nicht darum, die Neigung der Basis MM_1 zu finden, sondern darum, die Neigung der Drehungsaxe, d. i. der Verbindungslinie AA_1 der beiden Zapfenmittelpunkte zu finden. Sind die Zapfen gleich gross, und die Winkel λ, λ', welche die Flächen f, f' und F, F' bilden und ebenso für den zweiten Zapfen die Winkel λ_1, λ_1' der Flächen $f_1 f_1'$, bezw. F_1, F_1' einander gleich, so ist sofort klar, dass die Linien MM_1, GG_1, AA_1 [1]) einander parallel sind, und die Neigung der Basis des Niveaus wird mit der Neigung der Axe und mit der Neigung der im Raume festen Zapfenlager identisch sein. Wenn aber, was in der Regel der Fall ist, die beiden Zapfen nicht gleich stark sind, so wird durch den Unterschied in der Zapfendicke eine Correction entstehen, welche man die Zapfengleichung nennt, und welche auf das Nivellement nicht ohne Einfluss bleibt.



(A. 365.)

Der Abstand AG ist gleich $r \operatorname{cosec} \lambda'$, daher

$$MG = r(\operatorname{cosec} \lambda + \operatorname{cosec} \lambda');$$

ebenso ist für den zweiten Zapfen:

$$M_1 G_1 = r_1 (\operatorname{cosec} \lambda_1 + \operatorname{cosec} \lambda_1')$$

und der Werth

$$\varphi = \frac{M_1 G_1 - MG}{L \operatorname{arc} 1''},$$

wenn $MM_1 = L$ die Länge der Basis des Niveaus ist, giebt den Winkel φ, um welchen der erhaltene Werth von α zu corrigiren ist, wenn man die Neigung der im Raume festen, mit den Zapfenlagern verbundenen Linie GG_1 bestimmen will. Es ist also diese Neigung:

$$\psi = \alpha - \frac{r_1(\operatorname{cosec} \lambda_1 + \operatorname{cosec} \lambda_1') - r(\operatorname{cosec} \lambda + \operatorname{cosec} \lambda')}{L \operatorname{arc} 1''}.$$

Nennt man

$$\frac{r}{L \operatorname{arc} 1''} = \rho; \quad \frac{r_1}{L \operatorname{arc} 1''} = \rho_1,$$

so wird daher:

$$\psi = [\tfrac{1}{2}(g_1 + k_1) - E]\mu - \rho_1(\operatorname{cosec} \lambda_1 + \operatorname{cosec} \lambda_1') + \rho(\operatorname{cosec} \lambda + \operatorname{cosec} \lambda'). \quad (3)$$

Setzt man das Niveau um, so wird die Linie MM_1 eine andere Lage erhalten, wenn die Winkel λ, λ_1 nicht gleich sind; ungeändert bleibt hierbei aber die Lage von AA_1 und GG_1 und man erhält daher aus dem Nivellement wieder denselben Winkel ψ, also:

$$\psi = [E - \tfrac{1}{2}(g_2 + k_2)]\mu - \rho_1(\operatorname{cosec} \lambda + \operatorname{cosec} \lambda_1') + \rho(\operatorname{cosec} \lambda_1 + \operatorname{cosec} \lambda'). \quad (4)$$

---

[1]) In Fig. 365 sind die auf den zweiten Zapfen bezüglichen Buchstaben M_1, G_1, A_1 (vergl. Fig. 364) hinter den entsprechenden M, G, A zu denken.

Anders wird es, wenn man das Instrument in seinen Lagern umlegt; dann sind nämlich die beiden Zapfen vertauscht. Unter der Voraussetzung, dass die Linie GG_1 fest im Raume geblieben ist, wozu also nöthig ist, dass man beim Umlegen und Einsenken der Zapfen in ihre Lager keinen einseitigen Druck ausgeübt und keine Erschütterungen der Lager hervorgerufen hat, bleibt dann ψ unverändert, und man erhält hierfür durch ein Nivellement in beiden Lagen des Niveaus:

$$\psi = [\tfrac{1}{2}(g_1' + k_1') - E]\mu - \rho\,(cosec\,\lambda_1 + cosec\,\lambda_1') + \rho_1\,(cosec\,\lambda + cosec\,\lambda') \quad (5)$$
$$\psi = [E - \tfrac{1}{2}(g_2' + k_2')]\mu - \rho\,(cosec\,\lambda + cosec\,\lambda_1') + \rho_1\,(cosec\,\lambda_1 + cosec\,\lambda'). \quad (6)$$

Zu bestimmen aber hat man nicht den Winkel ψ, sondern den Winkel, den die Axe AA_1 mit dem Horizonte macht; nennt man diesen Winkel in der Lage der Axe, welcher die Gleichungen (3), (4) entsprechen i, in der zweiten Lage (nach dem Umlegen), welcher die Gleichungen (5), (6) entsprechen, i', so wird

$$\begin{aligned} i &= \psi + \rho_1\,cosec\,\lambda_1' - \rho\,cosec\,\lambda' \\ i' &= \psi + \rho\,cosec\,\lambda_1' - \rho_1\,cosec\,\lambda'. \end{aligned} \quad (7)$$

In der Praxis werden die Winkel λ, λ_1, λ', λ_1' einander gleich und nahe gleich 45° gemacht; die Vorschriften werden jedoch ebenso einfach, wenn λ, λ_1 von einander verschieden, und nur $\lambda' = \lambda_1'$ angenommen wird. In diesem Falle erhält man durch additive Verbindung der Gleichungen (3) und (4) und der Gleichungen (5) und (6), wenn man die durch das unmittelbare Nivellement erhaltenen Werthe

$$\begin{aligned} \alpha &= \tfrac{1}{4}\mu[(g_1 + k_1) - (g_2 + k_2)] \\ \alpha' &= \tfrac{1}{4}\mu[(g_1' + k_1') - (g_2' + k_2')] \end{aligned} \quad (8)$$

einführt, die Gleichungen:

$$\begin{aligned} \psi &= \alpha - \tfrac{1}{2}(\rho_1 - \rho)(cosec\,\lambda + cosec\,\lambda_1 + 2\,cosec\,\lambda') \\ \psi &= \alpha' + \tfrac{1}{2}(\rho_1 - \rho)(cosec\,\lambda + cosec\,\lambda_1 + 2\,cosec\,\lambda'), \end{aligned} \quad (9)$$

folglich $\psi = \frac{1}{2}(\alpha + \alpha')$. Die Bestimmung von ψ hat jedoch keine Bedeutung; man erhält aber aus (9)

$$\rho_1 - \rho = \frac{\alpha - \alpha'}{cosec\,\lambda + cosec\,\lambda_1 + 2\,cosec\,\lambda'} \quad (10)$$

und mit Rücksicht auf $\lambda' = \lambda_1'$ aus (7):

$$\begin{aligned} i &= \alpha - \tfrac{1}{2}(\rho_1 - \rho)\,(cosec\,\lambda + cosec\,\lambda_1) \\ i' &= \alpha' + \tfrac{1}{2}(\rho_1 - \rho)\,(cosec\,\lambda + cosec\,\lambda_1). \end{aligned} \quad (11)$$

i, i' sind die wegen Zapfengleichung corrigirten Neigungen; die Zapfenungleichheit selbst wird erhalten, indem man in jeder Lage der Axe ein vollständiges Nivellement ausführt. Natürlich wird man, um sie möglichst sicher zu erhalten, wiederholt umlegen, und in jeder Lage der Axe ein vollständiges Nivellement ausführen.

Die beiden Axenenden werden durch besondere Kennzeichen unterschieden. Ist beim Meridiankreise (s. diesen) nur ein getheilter Kreis, während auf der anderen Seite ein Kreis nur zur Aequilibrirung angebracht, aber nicht getheilt ist, so nennt man das eine Ende das Kreisende; dasselbe gilt für das Passageninstrument im Meridian, und man unterscheidet dann die beiden Axenlagen als »Kreis West«, bezw. »Kreis Ost«; desgleichen beim Passageninstrument im Ersten Vertical als »Kreis Nord« und »Kreis Süd«. Sind beim Meridiankreise zwei getheilte Kreise, so unterscheidet man die beiden Lagen nach der Lage der Klemmschraube als »Klemme West« und »Klemme Ost«. Bei dem Universalinstrumenfe, das nur einen getheilten Verticalkreis hat, unterscheidet man je nach

der Lage des Kreises gegen den Beobachter »Kreis rechts« und »Kreis links«; doch muss man beachten, dass bei dem Universalinstrumente ein Wechsel der Kreislage durch Drehung des Horizontalkreises um 180° und Durchschlagen des Instrumentes durch das Zenith erzielt wird; für die Bestimmung der Zapfengleichung ist dieses aber nicht ausreichend, und muss für diesen Zweck der Wechsel der Kreislage durch Umlegen des Instrumentes in den Lagern vorgenommen werden.

Ist in den vorhergehenden Fällen der Kreis bei A_1, also bei dem ersten Nivellement, welchem die uncorrigirte Neigung α entspricht, auf der Seite von M_1 (Fig. 364), so ist, wenn $\rho_1 > \rho$ ist, $\alpha > \alpha'$ [1]) und Formel (10) giebt den in (11) zu verwendenden Werth der Zapfengleichung sofort mit dem entsprechenden Zeichen, wobei die Neigungen positiv sind, wenn das Zapfenende A_1 mit dem Halbmesser r_1 in dieser Lage das höhere ist.

Hat man bei Beobachtungen, bei denen nicht umgelegt wird, und die nur zur Neigungsbestimmung dienen, in derjenigen Kreislage, welche Kürze halber als »Kreislage I« bezeichnet werden soll (Kreis West, Kreis links[2]), Klemme West) eine Neigung β beobachtet, oder bei anderen Beobachtungen in der Kreislage II (Kreis Ost, Kreis rechts[2]), Klemme Ost) eine Neigung β', so hat man die wahre Neigung der Achse in den beiden Fällen, wenn die Zapfengleichung bereits als bekannt angesehen wird:

$$i = \beta - \Delta; \quad i' = \beta' + \Delta, \tag{12}$$

wenn

$$\Delta = \frac{1}{2} \frac{(\alpha - \alpha')(cosec\,\lambda + cosec\,\lambda_1)}{cosec\,\lambda + cosec\,\lambda_1 + 2\,cosec\,\lambda'}. \tag{13}$$

Zusammengefasst werden daher die Resultate die folgenden:

1) Neigungen sind positiv, wenn das Achsenende auf der Seite I das höhere ist.

2) Die Zapfengleichung ist positiv, wenn das Nivellement bei der Kreislage I eine grössere Neigung ergiebt, als bei der Kreislage II.

3) Die Zapfengleichung ist bei der Kreislage I zu subtrahiren, bei der Kreislage II zu addiren.

Dabei ist es jetzt ganz gleichgültig, welche Seite man als die Seite I ansieht, ist dieselbe Nord, so wird II Süd, u. s. w.

Ist, wie dieses in der Regel der Fall ist, $\lambda = \lambda_1 = \lambda'$, so wird

$$\Delta = \tfrac{1}{4}(\alpha - \alpha'). \tag{14}$$

Der lineare Unterschied in der Dicke der Zapfen folgt aus

$$r_1 - r = (\rho_1 - \rho)\, L\, arc\, 1'' = \frac{2\Delta}{cosec\,\lambda + cosec\,\lambda_1} L\, arc\, 1'';$$

für $\lambda = \lambda_1 = 45°$ wird hieraus

$$r_1 - r = \frac{\Delta}{\sqrt{2}} L\, arc\, 1''.$$

Ist z. B. $L = 50\ cm$, $\Delta = 1''{\cdot}0$, so folgt $r_1 - r = 0{\cdot}0017\ mm$. Hieraus ersieht man, dass äusserst kleine Ungleichheiten in den Zapfen schon beim Nivellement eine Gleichung erzeugen, die nicht zu vernachlässigen ist.

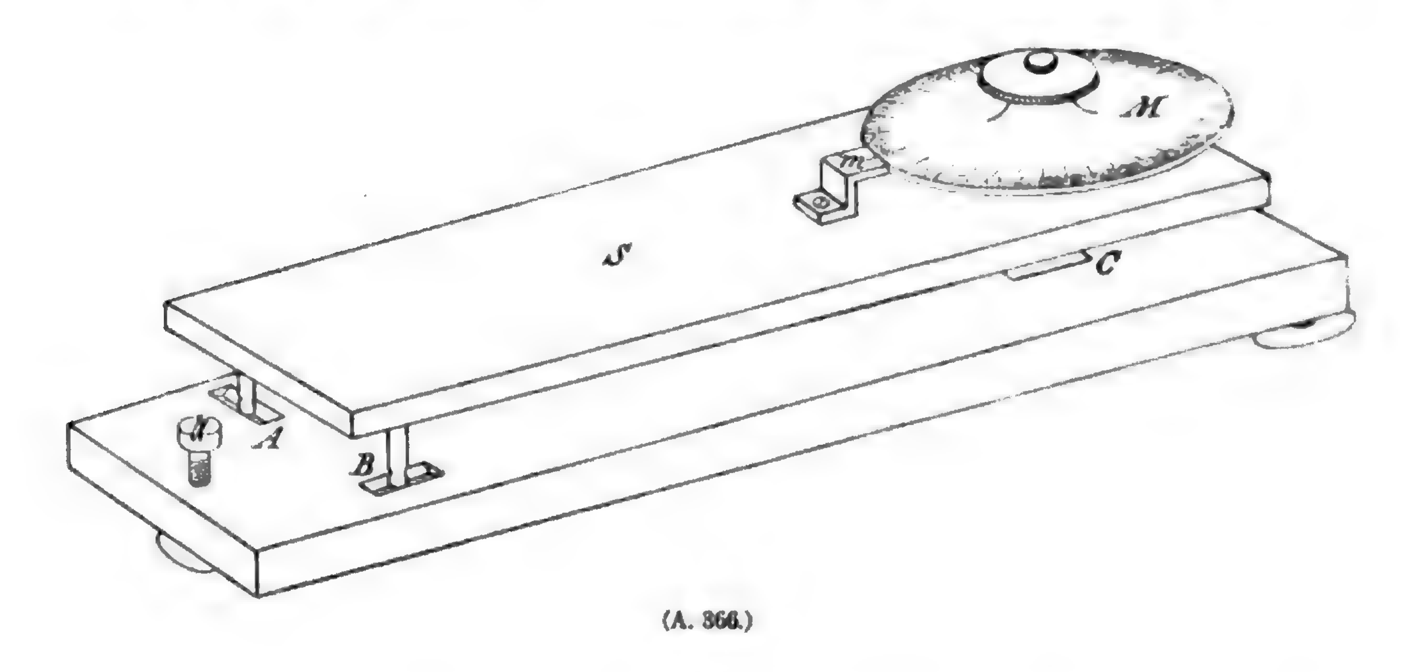
---

[1]) Da nach dem Umlegen, bei welchem die Lage von $G G_1$ unverändert bleibt, die Tangente im Spielpunkte die Lage $M' M_1'$ erhält.

[2]) So lange nur durchgeschlagen (nicht in den Lagern umgelegt) wird, bleibt natürlich die Correction wegen Zapfengleichung in beiden Kreislagen der Universalinstrumente dieselbe.

Für eine richtige Bestimmung der Neigung ist nothwendig, dass sich das Niveau, bezw. derjenige Medianschnitt durch dasselbe, auf welchen sich die Theilung bezieht, in derselben Verticalebene befindet, wie diejenige Linie, deren Neigung zu bestimmen ist. Eine Abweichung in dieser Richtung hat nämlich zur Folge, dass bei einer Drehung des Niveaus senkrecht zu seiner Längsachse, also um die Achse MM_1, die Blase ausweicht. Liegt z. B. die zu nivellirende Linie in der Zeichnungsfläche, und tritt das Ende β des Niveaus (Fig. 363) vor die Zeichnungsfläche, so wird bei einer Bewegung des Niveaus vor die Zeichnungsfläche das Ende β höher treten, als das Ende α und die Blase nach der Seite β ausweichen. Zur Correction dienen die Schräubchen β und muss die Correction so lange vorgenommen werden, bis bei einer Drehung des Niveaus um MM_1 keine Verschiebung der Blase eintritt. Bei sehr feinen Niveaus ist überdies ein Versicherungsniveau N senkrecht zum Niveau $\alpha\beta$ angebracht, und man hat bei der Ablesung dafür zu sorgen, dass stets dieses Hilfsniveau einspielt.

Zur Bestimmung der (uncorrigirten) Neigungen α, α', β, β' bedarf man der Grösse μ, des Parswerthes des Niveaus in Secunden. Man erhält denselben durch ein einfaches Instrument, welches, da es auch zur Prüfung des Niveaus dient, als Niveauprüfer bezeichnet wird. Es besteht aus einer langen Horizontalschiene S (Fig. 366), welche an einem Ende um eine horizontale Axe drehbar



(A. 366.)

ist, die durch zwei kugelförmige Füsschen A, B gebildet ist, die in entsprechenden Versenkungen einer Basisplatte ruhen, und deren anderes Ende durch eine Mikrometerschraube M mit getheiltem Kopfe (Schraubenmikrometer) verstellbar ist. Bei einer vollen Umdrehung, wobei der Nullpunkt der Trommel an der Marke m einspielt, wird sich die Neigung der Schiene S um einen gewissen Winkel ändern, welcher leicht dadurch bestimmt werden kann, dass man durch ein aufgesetztes Fernrohr eine entfernte Scala betrachtet. Hat man diese z. B. in der Entfernung von A Meter aufgestellt, und hat der Kreuzungspunkt der Fäden bei einer vollen Umdrehung sich um m Millimeter der Scala bewegt, so ist der Werth einer Revolution gegeben durch

$$1^R = \frac{m}{1000\, A\, arc\, 1''} = \sigma.$$

Setzt man auf die Schiene das Niveau und bewegt die Schraube M so lange, bis die Blase sich um p Theile weiter bewegt hat, so wird, wenn diese Bewegung der Blase eine Drehung der Schraube von s Revolutionen erfordert,

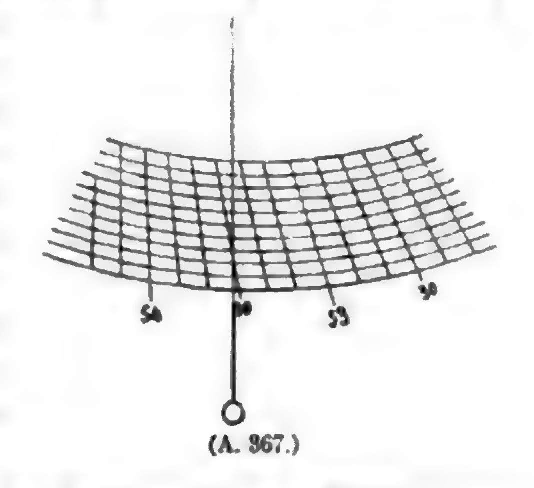
$$\mu = \frac{s\sigma}{p}.$$

Ist ein Niveau vollständig richtig, so muss die Krümmung desselben genau kreisförmig sein, und gleichen Bewegungen der Blase werden gleiche Drehungen der Schraube entsprechen. Um bei dieser Prüfung von den Fehlern der Schraube M unabhängig zu sein, ruht die Basisplatte ABC selbst wieder auf Stellschrauben, und man kann durch Verstellen dieser letzteren es leicht dahin bringen, dass das Einspielen der Libelle auf einen bestimmten Theilstrich bei verschiedenen, willkürlich zu wählenden Stellungen der Schraube (z. B. nach einer halben Revolution, auf die Theilstriche 0 und 50, wenn der Kopf der Schraube in hundert Theile getheilt ist) stattfindet.

Zu erwähnen ist noch, dass man die Prüfung des Niveaus am besten in der Fassung vornimmt, weil durch das Fassen derselben meist eine äusserst kleine, uncontrollirbare, aber nicht zu vernachlässigende Spannung entsteht, welche die Krümmung etwas ändert Hat man die Bestimmung von μ mit und ohne Fassung vorgenommen, so wird man stets denjenigen Parswerth zu verwenden haben, welchen die Prüfung in der Fassung ergab. Auch muss die Prüfung des Niveaus, sowie auch die Bestimmung des Parswerthes bei verschiedenen Längen der Blase vorgenommen werden, eventuell die Abhängigkeit von der Blasenlänge, welche eine Folge verschiedener Krümmung ist, berücksichtigt werden.

Wenn das Niveau mit kleinen Fehlern behaftet ist, welche entweder in der Stärke der Krümmung oder auch in Fehlern der aufgetragenen Theilung ihren Grund haben können, so kann dasselbe dennoch ganz wohl verwendet werden, wenn man diese Fehler entsprechend berücksichtigt, was ohne allzu grosse Schwierigkeiten geschehen kann, indem man an jeden Theilstrich eine für denselben constante Correction anbringt[1]). N. HERZ.

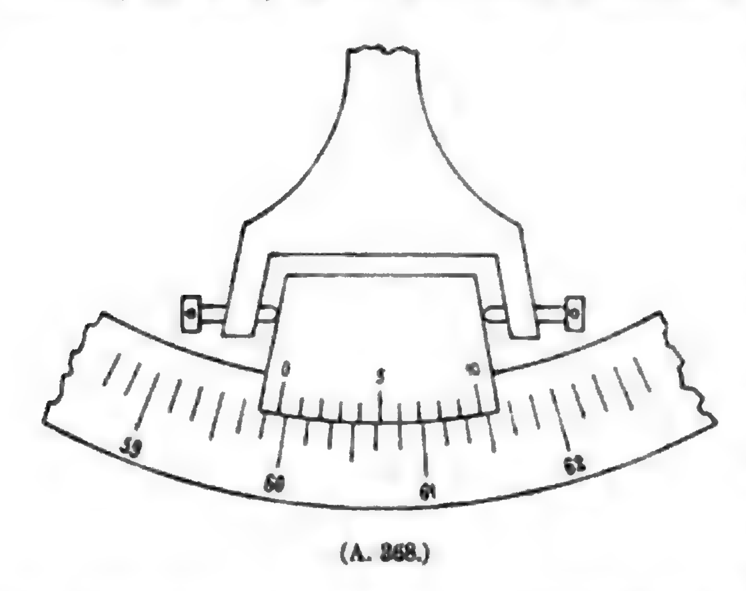
Nonius, Ablesemikroskop. Die Theilungen, welche auf geradlinigen Messstäben oder auf Kreisen angebracht werden, sind durch die Kleinheit der dabei zu erreichenden Intervalle und die ausserordentliche Mehrarbeit, welche die Vermehrung der Theilstriche mit sich bringt, an eine gewisse Grenze gebunden. Man hat daher, sobald von den Beobachtungen eine grössere Genauigkeit gefordert wurde, an Mittel gedacht, ohne Vermehrung der Theilstriche die Genauigkeit der Ablesung zu erhöhen. Das einfachste Mittel waren die Transversalmassstäbe. In ihrer Anwendung auf Kreistheilungen, welche bei astronomischen Instrumenten vorzugsweise in Betracht kommen, hatte man z. B. elf concentrische Kreise, von denen der äusserste und innerste von 10′ zu 10′ getheilt waren, und bei denen nicht die in einem Radius gelegenen


(A. 367.)

[1]) Man sehe hierüber meine »Untersuchungen über den Meridiankreis der v. KUFFNER'schen Sternwarte«, Publicationen I. Bd., pag. 48. Ueber eine Einrichtung zur Bestimmung von Neigungsänderungen ohne Niveau mittels eines in der Fernrohraxe angebrachten Linsensystems habe ich auf der 66 Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Wien berichtet.

Theilstriche verbunden waren, sondern je ein Theilstrich des äusseren Kreises mit dem, dem correspondirenden des innern benachbarten. Zeigte der Index (z. B. das Loth bei einem Verticalkreise) auf den zweiten Schnittpunkt der von 30′ ausgehenden Transversale, so las man 32′ u. s. w.

Bald jedoch wurde diese Methode durch den Nonius oder Vernier verdrängt. Bei diesem trägt die Alhidade statt des Index eine kurze Theilung derart, dass n Theilstriche des Kreises in $n+1$ Theile[1]) getheilt sind. Coincidirt der Nullpunkt des Nonius mit einem Theilstriche, so ist der erste Theilstrich derselben um $\frac{1}{n}$, der zweite um $\frac{2}{n}$, u. s. w. gegen den benachbarten Theilstrich der Haupttheilung zurück; coincidirt der mit 1, 2, 3 . . . bezeichnete Theilstrich, so ist der Nullpunkt um $\frac{1}{n}, \frac{2}{n}, \frac{3}{n}$ . . . vorgeschoben; ist also z. B. der Kreis von 10′ zu 10′ getheilt, und sind 9 Theilstriche des Kreises gleich 10 Theilen des Nonius, so wird, wenn der vierte Theilstrich des letzteren coincidirt, der Nullpunkt desselben, welcher an Stelle der einfachen Marke tritt, um $\frac{4}{10}$ des Intervalles, d. i. um 4′ vorgeschoben sein, und die Lesung wird daher gleich der Lesung des dem Nullpunkte vorangehenden Theilstriches der Kreistheilung + 4′. Coincidirt kein Theilstrich, so wird man aus der Stellung derjenigen benachbarten Theilstriche des Nonius, welche zwischen zwei Theilstrichen der Kreistheilung sich befinden, auf die Stellung des Nullpunktes schliessen. In Fig. 368 wäre, da der sechste Theilstrich schon etwas vorgerückt ist, der siebente aber noch nicht coincidirt, die Lesung 59° 56·5′.



(A. 368.)

Die Ausführung kann dabei ziemlich mannigfach sein. Man findet ältere Instrumente, bei denen der Kreis in halbe Grade getheilt ist, und 29 Theile des Kreises in 30 Theile getheilt sind, so dass man an dem Nonius, der einen Bogen von 15° umspannte, Bogenminuten ablesen konnte. Dabei waren natürlich die Theilungsfehler für die Ablesung von ausserordentlichen Einflüssen. Die feinen Theilmaschinen unserer Zeit gestatten mit Leichtigkeit selbst kleinere Kreise in Sechstelgrade zu theilen, so dass man mit zehntheiligen Nonien leicht Minuten erhalten kann.

Bei der Ablesung des Nonius hat man noch darauf zu achten, dass das Auge sich in einer auf der Kreisebene senkrechten Ebene durch den abzulesenden Theilstrich befindet; da nämlich der Arm, auf welchem die Noniustheilung angebracht ist, eine gewisse Dicke hat, welche allerdings dadurch so gering als möglich gemacht wird, dass die Fläche des Nonius gegen den Kreis zu keilförmig abgeschrägt ist (vergl. z. B. die Abbildung des Passageninstrumentes), so wird immerhin die Theilung des Nonius nicht in die Ebene derjenigen des Kreises fallen, sondern etwas über ihr liegen, und daher bei seitlicher Stellung

[1]) oder in $n-1$ Theile; doch ist diese Ausführung ungebräuchlich.

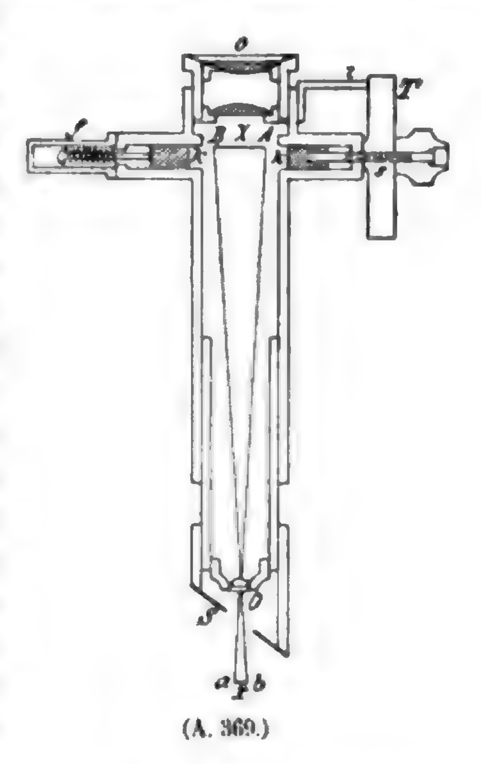
des Auges eine kleine Parallaxe entstehen. Meist wird der Nonius durch eine über demselben angebrachte Lupe gelesen, welche die Intervalle wesentlich vergrössert und dadurch die Schätzung der Coincidenz erleichtert, aber auch die Verschiedenheit der Ebenen der beiden Theilungen besonders fühlbar macht. Die Lupe muss daher, namentlich wenn der Nonius eine grössere Länge besitzt, stets sorgfältig über den abzulesenden Theilstrich gebracht werden, zu welchem Zwecke sie an einem längeren Arme drehbar ist.

Im Falle, dass einer gewissen Stellung des Intrumentes eine gewisse Lesung entsprechen soll (z. B. für die Zenitstellung eines Passageninstrumentes, Universalinstrumentes, Meridiankreises die Lesung 0) ist der Arm, an welchem der Nonius befestigt ist, etwas verstellbar (z. B. mittels schlitzförmigen Oeffnungen für die ihn befestigenden Schrauben); zur feineren Correction aber ist der Nullpunkt dadurch verstellbar, dass der Nonius an dem Arme zwischen den Spitzen zweier Correctionsschrauben (vergl. die Fig. 368) ruht, was auch den Vortheil hat, dass er wenn nöthig (z. B. behufs Reinigung oder beim Umlegen des Instrumentes u. s. w.) zurückgeschlagen werden kann.

Zur Erzielung der nöthigen Genauigkeit muss untersucht werden, ob $n + 1$ Theilstriche des Nonius wirklich gleich n Theilstrichen der Kreistheilung sind. Da diese Untersuchung ebenso wie die entsprechende Correction im wesentlichen *mutatis mutandis* mit der bei dem Ablesemikroskop erforderlichen identisch ist, so wird das folgende für diese Zwecke genügen.

Das Ablesemikroskop gewährt eine viel grössere Genauigkeit dadurch, dass das Intervall der Kreistheilung beliebig vergrössert werden kann, und die Stellung einer festen Marke gegen zwei Theilstriche des Kreises durch ein Schraubenmikrometer sehr genau bestimmt werden kann.

Das Objectiv eines Mikroskopes sei so gegen die Theilung eines Kreises gerichtet, dass die Entfernung des Objectives von der Theilung grösser als die einfache und kleiner als die doppelte Brennweite des Objectivs ist; dann giebt dieses von dem Intervalle ab (Fig. 369) jener Theilstriche des Kreises ein reelles, vergrössertes Bild AB. Ebenso entsteht von einem Indexstrich x ein Bild X, und man kann durch eine in der Ebene von AB bewegliche Marke (Fadenkreuz, ein einfacher oder Doppelfaden, der parallel zur Richtung der Theilstriche a, b, x gespannt ist), die Stellung des Bildes X gegen AB finden. Die Ordnungsnummer des Theilstriches a selbst kann unter dem Mikroskop nicht gelesen werden; da man aber bei den Winkelmessungen stets die Differenz zweier Lesungen zu nehmen hat, z. B. bei Horizontalwinkelmessungen die Differenz der Lesungen auf die beiden Objecte, bei Höhenmessungen die Differenz der Lesungen bei direkter und reflektirter Beobachtung oder bei der Beobachtung vor und nach dem Durchschlagen des Fernrohres, oder bei der Beobachtung am Meridiankreise die Lesungen für die Einstellungen auf den Stern und das Nadir u. s. w.), so wird man den Index J an einer beliebigen Stelle des Kreises anbringen können. Zu diesem Zwecke dient bei beweglichem Kreise ein in der oben beschriebenen Art verstellbarer Indexstrich, der so gestellt wird, dass er mit einem



(A. 369.)

Theilstrich des Kreises coincidirt, wenn irgend ein Theilstrich a, b mit der Marke x, d. h. die Bilder A oder B mit dem Bilde X der Marke zusammenfällt. Die Theilung ist dann ganz willkürlich, wie bei den Horizontalkreisen der Universalinstrumente, oder so, dass der Index für eine bestimmte Stellung des Instrumentes Null zeigt. Bei irgend einer beliebigen Stellung des Instrumentes werden dann die Grade und Minuten am Index gelesen, und die Abweichung der Bilder A und X giebt die Verschiebung des Theilstriches a gegen die Marke x, also auch des beim Index stehenden Theilstriches gegen den Index selbst. Die Grösse dieser Verschiebung kann durch eine Schraube s gemessen werden, welche z. B.[1]) den Kern k, auf welchem die Fäden in der Ebene AB aufgezogen sind, mitzieht, und ihre Mutter in der Bohrung der Trommel T hat, deren Stellung durch den Index i abgelesen werden kann. Der Kern k wird durch eine in dem Federgehäuse befindliche Feder nach links gezogen, und die Stellung durch den Contakt der Trommel T mit dem Mikrometergehäuse fixirt. Bringt man die Theilung an der Trommel so an, dass die Lesung an derselben 0 ist, wenn X mit A coincidirt, so giebt die Lesung an der Trommel sofort die Verschiebung von A; dann benöthigt man aber keine Marke x, sondern die Lesung 0 an der Trommel bei der Einstellung auf A zeigt sofort an, dass der Index J mit einem Theilstriche der Kreistheilung coincidirt, d. h. dass die Lesung am Kreise gleich derjenigen des Index $+ 0''$ wäre. Grössere Abweichungen können dadurch weggeschafft werden, dass der Kern gegen die Schraube etwas verstellbar ist; kleinere Abweichungen sind wegen Excentricität- und Theilungsfehlern, überhaupt nicht für alle Theilstriche wegzuschaffen, und werden für die Nullstellung des Instrumentes als Nullpunktscorrection (Bestimmung des Nadirpunktes u. s. w.) stets in Rechnung gebracht.

Die Eintheilung an der Trommel kann so gewählt werden, dass die Lesung oder entsprechende Combinationen von Lesungen sofort Secunden geben, wobei es selbstverständlich unnöthig ist, vor der Lesung die Mikrometerschraube auf die Lesung Null zu bringen. Ist z. B. der Kreis von zwei zu zwei Minuten getheilt, und das Intervall $AB = 2^R$ der Schraube, so wird $1^R = 1'$ und wenn die Trommel in 60 Theile getheilt ist, so giebt jeder Trommeltheil $1''$. Bei der Anwendung von vier Mikroskopen (welche auf vier, um 90° von einander entfernte Theilstriche zeigen), habe ich die Einrichtung als sehr praktisch gefunden, das Zweiminutenintervall gleich 3^R zu machen, und die Trommel in 100 Theile zu theilen. Wäre die Trommel in 10 Theile getheilt, so wären $3^R = 30^t = 2' = 120''$, demnach $1^t = 4''$; der Abstand xa, gemessen an der Entfernung XA wird demnach, wenn die Lesung l ist, $4l''$; an den übrigen Mikroskopen werden ebenso die Abstände $4l_1''$, $4l_2''$, $4l_3''$ gelesen, und das Mittel $\frac{1}{4}(4l + 4l_1 + 4l_2 + 4l_3) = l + l_1 + l_2 + l_3$ ist zur Lesung des Index J hinzuzufügen; in diesem Falle wird daher die Summe der Lesungen an den vier Mikroskopen sofort Secunden geben, und wenn die Trommeln in 100 Theile getheilt sind, kann jeder zehnte Theilstrich beziffert sein, und die Zwischenstriche geben Zehntelsecunden.

Die Beobachtung des Bildes AB geschieht durch ein aufgesetzets Ocular.

Das Mikroskop muss (s. auch den Artikel »Mikrometer und Mikrometermessungen«) gewisse Bedingungen erfüllen, um richtige Resultate zu geben. Zunächst muss seine Axe senkrecht auf der Kreisebene stehen, oder in einer, auf der Kreisebene senkrechten, durch den Mittelpunkt des Kreises gehenden

---

[1]) Ueber andere Einrichtungen siehe den Artikel »Mikrometer«.

Ebene liegen. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so werden die Striche von der Seite angesehen, und die geringste Veränderung in der Entfernung des Objectivs vom Kreise wird den Theilstrich scheinbar verschieben. Man kann diese Erscheinung auch zur Prüfung und Berichtigung dieser Eigenschaft verwenden: Verschiebt sich ein unter dem Mikroskop befindlicher Theilstrich bei sanftem Drucke auf den Kreis nach der Seite zu, so muss die Stellung des Mikroskops durch hierzu vorhandene Correctionsschrauben berichtigt werden. Bei sehr genauen Beobachtungen stellt man das Mikroskop überhaupt senkrecht zum Limbus, da in diesem Falle auch stets dieselben Punkte der Theilstriche unter das Mikroskop kommen, was deshalb von Wichtigkeit ist, weil dadurch ein etwa vorhandener Nichtparallelismus der Theilstriche unschädlich wird, indem die Theilungsfehler eben für die, beständig unter das Mikroskop kommenden Punkte der Theilstriche gelten. Bei älteren Universalinstrumenten findet man allerdings häufig die gegen das Centrum gerichtete Stellung, wofür aber bei neueren Instrumenten auch die senkrechte Stellung gewählt ist, wobei zur Erleichterung der Ablesung (wegen der über den Mikroskopen noch vorkommenden Instrumententheile) Ablesung durch ein Ocularprisma gewählt ist (vergl. die Abbildung des Universalinstrumentes).

Weiter muss das Bild der Theilung in der Ebene der Fäden liegen und die Entfernung der Bilder zweier Theilstriche gleich der geforderten Anzahl von Schraubenumgängen sein. Beide Bedingungen sind durch gleichzeitige Correctionen zu erfüllen. Zunächst wird das Ocular so gestellt, dass die Fäden des Mikrometers scharf erscheinen; wird dann das ganze Mikroskop so in seine an dem Stative befestigten Hülse verschoben, bis auch die Bilder der Theilstriche scharf sind, so fallen diese mit den Fäden zusammen. Eine genauere Berichtigung kann dadurch vorgenommen werden, dass man einen Faden mit einem Theilstriche zur Deckung bringt, und das Auge etwas seitlich verschiebt; findet dabei eine Verschiebung der beiden beobachteten Objecte statt (Parallaxe), so liegen dieselben nicht in derselben Ebene, und die Stellung muss weiter berichtigt werden[1]). Ist dann das Intervall zweier Theilstriche (im Bilde) nicht, wie gefordert, gleich r^R, sondern $r^R + \zeta$ (oder $r^R - \zeta$), also zu gross (bezw. zu klein), so muss die Entfernung Ox des Objectivs vom Kreise vergrössert (bezw. verkleinert), sodann aber auch die Bildebene AB dem Objective genähert (bezw. von demselben entfernt) werden. Eine vollkommene Coincidenz aber ist schwer zu erzielen; es genügt jedoch, dieselbe genähert hergestellt zu haben und den noch übrigbleibenden kleinen Fehler, welchen man den Fehler des Schraubenwerthes oder den Run nennt, in Rechnung zu bringen. Ist nämlich das Intervall zwischen zwei Theilstrichen $r^R + \zeta$ und ζ genügend klein, positiv oder negativ, so ist der wahre Werth einer Revolution gleich

$$1^R_w = 1^R \frac{r}{r+\zeta} = 1^R\left(1 - \frac{\zeta}{r}\right) = 1^R - \frac{\zeta^R}{r} = 1^R - \zeta^p_0$$

und der Wert eines Trommeltheiles

$$1^p_w = 1^p \frac{r}{r+\zeta} = 1^p \left(1 - \frac{\zeta}{r}\right).$$

Zu bemerken ist noch, dass der Werth $r + \zeta$ an einer grösseren Anzahl, über den ganzen Kreisumfang vertheilten Intervallen bestimmt wird, wodurch sowohl periodische und zufällige Theilungsfehler, als auch die als Folge einer

[1]) Diese Schlussberichtigung wird natürlich erst vorgenommen, wenn das Intervall ausreichend genau richtiggestellt ist.

nicht ganz senkrechten Stellung der Kreisebene gegen die Rotationsaxe auftretende veränderliche Entfernung der Theilstriche von dem Objectiv eliminirt wird.

Wie jede Mikrometerschraube muss auch die hier verwendete wegen periodischer Schraubenfehler untersucht werden; fortschreitende Schraubenfehler werden allerdings hier nicht von Belang, da es sich nur um 2 bis 3, höchstens 5 Schraubengänge handelt. Bezüglich der Berechnung derselben kann auf den Artikel »Mikrometer und Mikrometermessungen« verwiesen werden.

Bezüglich der Ausführung ist noch zu bemerken, dass das Ocular ein RAMSDEN-sches sein muss, da verschiedene Beobachter das Ocular gegen die Fäden verstellen müssen, dabei aber die Lage der Fadenebene unverrückt bleiben muss. Die Einrichtung des Mikrometers (Fadenplatte, Schlittenführung, Vermeidung des toten Ganges u. s. w.) ist genau dieselbe, wie bei den an anderen Stellen beschriebenen Fadenmikrometern. Die bei den Meridiankreisen übliche Beleuchtung der Kreistheilungen wurde beim Meridiankreise besprochen. Bei Theodolithen, Universalinstrumenten u. s. w. sind an dem Objectivende Illuminatoren angebracht, d. h. drehbare cylindrische, schief abgeschnittene Stutzen *S*, welche durch versilberte oder mit weissem Papier belegte Flächen gedeckt sind, die nur eine kleine Oeffnung für die in das Objectiv zu werfenden Lichtstrahlen haben, und das Licht durch passende Drehung von einer seitlichen Lichtquelle (zerstreutes Tageslicht, Lampenlicht) auf die Kreistheilung zu werfen gestatten.

N. HERZ.

Nutation. Die periodischen Aenderungen in der Lage des Frühlungspunktes und der Schiefe der Ekliptik, welche man mit dem Namen der Nutation zusammenfasst, wurden in dem Artikel »Mechanik des Himmels«, § 98, nach v. OPPOLZER wie folgt angegeben[1]):

Nutation in Länge:

$$\begin{aligned}\Delta\lambda = & -17''\cdot 274 \sin \Omega + 0''\cdot 209 \sin 2\Omega + 0''\cdot 015 \sin (☾ - 2\odot + 2\omega - 2\omega_1) + \\ & + 0''\cdot 068 \sin ☾ + 0''\cdot 011 \sin (☾ + 2\omega + 2\Omega) \\ & - 0''\cdot 204 \sin (2☾ + 2\omega + 2\Omega) - 0''\cdot 026 \sin (3☾ + 2\omega + 2\Omega) - \\ & - 0''\cdot 034 \sin (2☾ + 2\omega + \Omega) + 0''\cdot 012 \sin (2\odot + 2\omega_1 + \Omega) \\ & + 0''\cdot 127 \sin \odot - 1''\cdot 263 \sin (2\odot + 2\omega_1 + 2\Omega) - \\ & - 0''\cdot 049 \sin (3\odot + 2\omega_1 + 2\Omega) + 0''\cdot 021 \sin (\odot + 2\omega_1 + 2\Omega)\end{aligned}$$

Nutation in Schiefe: (1)

$$\begin{aligned}\Delta\varepsilon = & + 9''\cdot 236 \cos \Omega - 0''\cdot 090 \cos 2\Omega + 0''\cdot 089 \cos (2☾ + 2\omega + 2\Omega) + \\ & + 0''\cdot 011 \cos (3☾ + 2\omega + 2\Omega) + 0''\cdot 018 \cos (2☾ + 2\omega + \Omega) \\ & + 0''\cdot 548 \cos (2\odot + 2\omega_1 + 2\Omega) + 0''\cdot 021 \cos (3\odot + 2\omega_1 + 2\Omega)\end{aligned}$$

Die Nutation ändert daher die Breite der Himmelskörper nicht, sondern nur die Länge, und es wird die wahre Länge einfach erhalten, indem man die mittlere Länge des Himmelskörpers um die Nutation vermehrt[2]).

[1]) Da die Seculargleider der Nutation hier weggelassen wurden, die rein periodischen Glieder aber beim Uebergang auf die wahre Ekliptik keine Aenderung erfahren (s. den Artikel »Präcession«), so bleiben die dort angeschriebenen Glieder unverändert.

[2]) Für irgend einen Moment, für welchen die Länge des Mondknotens Ω ist, weicht der wahre Pol des Aequators von dem mittleren in einer durch den Winkel $\Delta\lambda$ bestimmten Richtung um $\Delta\varepsilon$ ab; bezieht man daher den wahren Ort des Aequatorpoles auf ein durch den mittleren Ort desselben gelegtes, rechtwinkliges Axensystem, so sind $x = \Delta\varepsilon$, und $y = \sin\varepsilon\Delta\lambda$ die recht-

Die Berechnung der obigen Ausdrücke ist aber ziemlich zeitraubend, kann aber leicht durch Tafeln[1]) wesentlich vereinfacht werden. Auch hier ist jedoch die wichtigere Aufgabe, die Bestimmung des Einflusses der Nutation auf die Rectascension und Declination, welche jetzt stets die der Beobachtung direkt entnommenen, und allen Untersuchungen zu Grunde gelegten Daten sind. Man gelangt leicht zu diesen Beziehungen, wenn man von den Formeln, welche den Uebergang von Länge und Breite auf Rectascension und Deklination vermitteln (vergl. den Artikel »Coordinaten«, I. Band, pag. 663) ausgeht, und in denselben die Länge und Breite als veränderlich ansieht. Die im I. Band, pag. 668 unten angegebenen Formeln sind unmittelbar anwendbar, wenn man für dl den Werth der Nutation in Länge, für $d\varepsilon$ den Werth der Nutation in Schiefe, und $db = 0$ setzt. Man erhält dann leicht, wenn man den parallaktischen Winkel η eliminirt:

$$\begin{aligned} \Delta\alpha &= \cos\varepsilon\Delta\lambda + (\sin\varepsilon\sin\alpha\Delta\lambda - \cos\alpha\Delta\varepsilon)\,tang\,\delta \\ \Delta\delta &= \sin\varepsilon\cos\alpha\Delta\lambda + \sin\alpha\Delta\varepsilon. \end{aligned} \qquad (2)$$

Da man die Präcession für irgend einen Stern stets nur bis zum Jahresanfange eines gegebenen Jahres rechnet, so muss zu diesen Werthen der Nutation noch die Präcession für die Zwischenzeit τ vom Jahresanfange bis zum vorgelegten Datum hinzugefügt werden. In der Praxis werden diese beiden Reductionen stets vereinigt; die Präcession ist für das Zeitintervall τ [vergl. den Artikel »Präcession« Formeln 6 (b)]:

in Rectascension: $\tau m_1 + \tau n_1 \sin\alpha\,tang\,\delta$
in Deklination: $\tau n_1 \cos\alpha$.

Demnach die Gesammtreduction vom Jahresanfange auf das vorgelegte Datum:

$$\begin{aligned} \Delta\alpha &= (\tau m_1 + \cos\varepsilon\Delta\lambda) + (\tau n_1 + \sin\varepsilon\Delta\lambda)\sin\alpha\,tang\,\delta - \Delta\varepsilon\cos\alpha\,tang\,\delta \\ \Delta\delta &= (\tau n_1 + \sin\varepsilon\Delta\lambda)\cos\alpha + \sin\alpha\Delta\varepsilon. \end{aligned}$$

Die Werthe τ, $\Delta\lambda$, $\Delta\varepsilon$ hängen nur von dem Datum ab; m_1, n_1, ε_1 kann man für ein Jahr als constante Grössen ansehen. Setzt man daher nach BESSEL:

$$\begin{aligned} f &= \tau m_1 + \cos\varepsilon\Delta\lambda \\ g\cos G &= \tau n_1 + \sin\varepsilon\Delta\lambda \\ g\sin G &= -\Delta\varepsilon, \end{aligned} \qquad (3)$$

so wird

$$\begin{aligned} \Delta\alpha &= f + g\sin(G + \alpha)\,tang\,\delta \\ \Delta\delta &= g\cos(G + \alpha). \end{aligned} \qquad (3a)$$

Eine zweite Form für die Berechnung dieser Reductionen leitete BESSEL folgendermaassen ab. Setzt man:

$$\begin{aligned} \tau m_1 + \cos\varepsilon\Delta\lambda &= A m_1 + E \\ \tau n_1 + \sin\varepsilon\Delta\lambda &= A n_1 \\ \Delta\varepsilon &= -B, \end{aligned}$$

---

winkligen Coordinaten des ersteren. Beschränkt man sich auf die Hauptglieder, und eliminirt ☊, so erhält man

$$\frac{x^2}{(9''\cdot236)^2} + \frac{y^2}{(17''\cdot274\sin\varepsilon)^2} = 1,$$

welches die Gleichung einer Ellipse ist, deren Halbaxen 9''·236 und 17''·274 $\sin\varepsilon$ sind. Der wahre Pol des Aequators beschreibt daher um den mittleren Pol in Folge der Nutation eine Ellipse, die sogen. »Nutationsellipse«.

[1]) s. v. OPPOLZER, l. c. pag. 569—628.

so wird, weil $\frac{m_1}{n_1}$ sehr nahe gleich $cotang\, \varepsilon$ ist, E eine sehr kleine Grösse sein. Es ist

$$n_1 E = (n_1 \cos \varepsilon - m_1 \sin \varepsilon)\Delta\lambda,$$

sodann findet sich

$$A = \tau + \frac{\sin \varepsilon}{n_1}\Delta\lambda$$
$$B = -\Delta\varepsilon$$

und hiermit erhält man:

$$\Delta\alpha = (Am_1 + E) + (An_1 \sin\alpha \tang\delta + B\cos\alpha \tang\delta)$$
$$\Delta\delta = An_1 \cos\alpha - B\sin\alpha.$$

Setzt man daher die für jeden Stern constanten Grössen:

$$m_1 + n_1 \sin\alpha \tang\delta = a \qquad n_1 \cos\alpha = a'$$
$$\cos\alpha \tang\delta = b \qquad -\sin\alpha = b', \tag{4}$$

so wird:

$$\Delta\alpha = aA + bB + E$$
$$\Delta\delta = a'A + b'B. \tag{4a}$$

Die in $\Delta\lambda$, $\Delta\varepsilon$ auftretenden Glieder haben verschiedene Perioden. Die von ☊ abhängigen Glieder sind langsam veränderlich und ebenso die von der Sonnenlänge abhängigen, die man mit diesen vereinigen kann, können daher in grösseren Intervallen tabulirt werden; die von der Mondlänge abhängigen Glieder hingegen sind wegen der raschen Bewegung des Mondes rasch veränderlich. Man nennt diese Glieder die »Mondglieder kurzer Periode«. Will man daher bei der Tabulirung der Werthe f, g, G, A, B nicht zu enge Intervalle wählen, oder soll bei etwas weiteren Intervallen die Differenz nicht zu gross werden, die höheren Differenzen nicht besonders hervortreten, so ist es besser, diese beiden Gruppen von Gliedern zu trennen; man erhält dann, indem man in (3) oder (4) $\Delta\lambda$ und $\Delta\varepsilon$ in zwei Theile zerfällt[1]):

$$\Delta\lambda = k_1 \sin ☊ + M_\odot + M_☾ = \Delta\lambda_1 + \Delta\lambda_2$$
$$\Delta\varepsilon = k \cos ☊ + M'_\odot + M'_☾ = \Delta\varepsilon_1 + \Delta\varepsilon_2, \tag{5}$$

wenn man in $M_\odot$, $M'_\odot$ die von der Sonne abhängigen Nutationsglieder zusammenfasst, und $M_☾$, $M'_☾$ die kleineren, von der Mondlänge abhängigen Glieder bedeuten, mit denen auch bei der Tabulirung die übrigen kleinen von ☾, ω, ☊ abhängigen Glieder vereinigt werden können, wenn man in diesen ω und ☊ für die Dauer eines Jahres als constant ansieht. Die Ausdrücke k und k_1 sind nach II. Bd., pag. 591, nicht von einander unabhängig; es ist $k_1 = -2\, cotang\, 2\varepsilon_0 \cdot k$; ist eine der beiden Grössen bekannt, so wird es auch die andere. Man bezeichnet demnach vorzugsweise k als die Nutationsconstante. Der für dieselbe hier angenommene Werth $= 9''\cdot 2370$ für 1900 ist der von v. OPPOLZER abgeleitete. Etwas verschieden von demselben ist der von PETERS gefundene $= 9''\cdot 2237$.

Zur Bestimmung dieser Constanten kann man sowohl Beobachtungen von Rectascensionen, als von Deklinationen heranziehen.

Der Einfluss der Nutation auf die Rectascension wird, wenn man die Formeln (5) heranzieht:

---

[1]) Die Grössen k_1 und k sind mit der Zeit etwas veränderlich. Es ist für $1900 + \tau$ (τ in Einheiten des julianischen Jahrhundert):

$$k_1 = -17''\cdot 2828 - 0''\cdot 01770\tau$$
$$k = +\ 9''\cdot 2370 + 0''\cdot 00092\tau.$$

$$(\alpha - \alpha_0)_0 = N_0 + N_☾ + N_⊙$$
$$(\delta - \delta_0)_0 = N_0' + N'_☾ + N'_⊙, \tag{6}$$

wobei

$$N_0 = k_1 (\cos\varepsilon \sin ☊ + \sin\varepsilon \sin ☊ \sin\alpha \tang\delta) - k \cos ☊ \cos\alpha \tang\delta$$
$$N_0' = k_1 \sin\varepsilon \sin ☊ \cos\alpha + k \cos ☊ \sin\alpha$$

und $N_☾$, $N_⊙$, $N'_☾$, $N'_⊙$ wieder die kurzperiodischen, kleinen Zusatzglieder sind. Sei nun der wahre Werth der Nutationsconstante $k(1 + \rho)$, so wird, wenn man die Aenderungen der kleinen Zusatzglieder unberücksichtigt lässt:

$$\alpha - \alpha_0 = N_0 + N_☾ + N_⊙ + N_0\rho = (\alpha - \alpha_0)_0 + N_0\rho$$
$$\delta - \delta_0 = N_0' + N'_☾ + N'_⊙ + N_0'\rho = (\delta - \delta_0)_0 + N_0'\rho.$$

Man kann ρ bestimmen, wenn Beobachtungen von Sternen, deren Rectascension und Deklination gut bekannt sind, aus der Zeit eines ganzen Umlaufes des Mondknotens vorliegen, da dann die Coëfficienten N_0, N_0' genügend verschiedene Werthe, überhaupt alle, deren sie fähig sind, annehmen. Wegen des Faktors $\tang\delta$ in N_0 erscheint dieser Coëfficient übrigens für Polsterne bedeutend vergrössert, weshalb es sich empfiehlt, für diese Bestimmungen aus Rectascensionen Beobachtungen von polnahen Sternen zu wählen. Man wird aber diese Bestimmung stets gleichzeitig mit derjenigen der Aberrationsconstanten vornehmen können. Berechnet man nämlich die Aberration und Nutation mit angenommenen, genäherten Werthen K_0, k_0 der Constanten, und sind α_0, δ_0 die berechnete Rectascension und Deklination, $\Delta\alpha_0$, $\Delta\delta_0$ die vermöge der Beobachtungen an die mittleren Orte anzubringenden Correctionen, so erhält man (vergl. den I. Bd., pag. 175):

$$\alpha' - [\alpha_0 + K_0 a \sin(A + ⊙) \sec\delta + N_0 + N_☾ + N_⊙] = n = \Delta\alpha_0 + A\Delta K + N_0\rho$$
$$\delta' - [\delta_0 + K_0 b \sin(B + ⊙) + N_0' + N_☾' + N_⊙'] = n' = \Delta\delta_0 + A'\Delta K + N_0'\rho. \tag{7}$$

Um auch die Beurtheilung eines möglichen Einflusses der jährlichen Parallaxe und der Eigenbewegung der Gestirne auf das Resultat zu ermöglichen seien u, v Correctionen, welche in den jährlichen Ortsveränderungen (Präcession + Eigenbewegung) des Sternes anzubringen sind, so dass ut, vt die Aenderungen in der seit der angenommenen Epoche verflossenen Zeit sind, wenn t in Jahren und Jahresbruchtheilen ausgedrückt wird; ferner sind die Ausdrücke für die jährliche Parallaxe

in Rectascension: $p[\sin ⊙ \cos\varepsilon \cos\alpha - \cos ⊙ \sin\alpha] \sec\delta = pP$

in Deklination: $p[\sin ⊙ (\cos\delta \sin\varepsilon - \sin\alpha \sin\delta \cos\varepsilon) - \cos ⊙ \cos\alpha \sin\delta] = pP'$.

Es sind daher die wegen aller Correctionen verbesserten Constanten des beobachteten Sternes

$$\alpha = \alpha_0 + \Delta\alpha_0 + tu + N\rho + A\Delta K + Pp$$
$$\delta = \delta_0 + \Delta\delta_0 + tv + N'\rho + A'\Delta K + P'p. \tag{8}$$

Zur Bestimmung der Constanten können in erster Linie Beobachtungen im ersten Vertical herangezogen werden.

Man erhält, wenn $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ Aenderungen der Coordinaten eines Sternes, $\Delta\zeta$, $\Delta\tau$ die denselben entsprechenden Aenderungen der Zenithdistanzen und des Stundenwinkels, und $\Delta\varphi$ die Aenderung der Polhöhe bedeuten, aus den Formeln für den ersten Vertical

$$\cos\delta\Delta\delta = \cos\varphi \cos\zeta\Delta\varphi - \sin\varphi \sin\zeta\Delta\zeta$$
$$\sec^2\varphi\Delta\varphi = \sec^2\delta \sec\tau\Delta\delta + \tang\delta \sec\tau \tang\tau\Delta\tau$$

oder

$$\Delta\varphi - \frac{\tang\varphi}{\tang\delta}\Delta\delta = \tang\varphi \tang\zeta\Delta\zeta; \qquad \Delta\varphi - \frac{\sin 2\varphi}{\sin 2\delta}\Delta\delta = \sin\varphi \tang\zeta\Delta\tau.$$

Da aber $\Delta\tau = \Delta\vartheta_w - \Delta\alpha$ für Stern West und $\Delta\tau = \Delta\alpha - \Delta\vartheta_o$ für Stern Ost ist, wenn $\Delta\vartheta$ die Correktion der Uhrzeit bedeutet, so erhält man statt der zweiten Gleichung

$$\Delta\varphi - \frac{\sin 2\varphi}{\sin 2\delta}\Delta\delta \pm \sin\varphi \tan\zeta\Delta\alpha = \pm \sin\varphi \tan\zeta\Delta\vartheta.$$

Die Correktionen $\tan\varphi \tan\zeta\Delta\zeta$ und $\pm \sin\varphi \tan\zeta\Delta\vartheta$ sind durch die Beobachtungen der Sterne gegeben[1]. Bezeichnet man die Summe der in diesen Formeln enthaltenen, von ξ, i, k, c abhängigen Glieder, zu denen eventuell noch die von den persönlichen Fehlern herrührender Glieder kommen, mit C, so hat man aus den Zenithdistanzen

$$\varphi - \psi - \frac{\tan\varphi}{\tan\delta}\Delta\delta = C$$

und aus den Durchgängen durch die Mittel- und die Seitenfäden

$$\varphi - \psi - \frac{\sin 2\varphi}{\sin 2\delta}\Delta\delta \pm \sin\varphi \tan\zeta\Delta\alpha = C$$

In diesen Formeln hat man für $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ die obigen in (8) zu α_0 und δ_0 hinzutretenden Zusatzglieder zu substituiren, und erhält daher:

$$\begin{aligned} &\varphi - \psi - \frac{\tan\varphi}{\tan\delta}[\Delta\delta_0 + tv + N'\rho + A'\Delta K + P'p] = C \\ &\varphi - \psi - \frac{\sin 2\varphi}{\sin 2\delta}[\Delta\delta_0 + tv + N'\rho + A'\Delta K + P'p] \pm \\ &\qquad \pm \sin\varphi \tan\zeta[\Delta\alpha_0 + tu + N\rho - A\Delta K + Pp] = C. \end{aligned} \tag{9}$$

In diesen Gleichungen ist ψ der unmittelbar durch die Beobachtungen gegebene Werth; unbekannt sind: die Polhöhe φ, welcher man jedoch für verschiedene Beobachtungsepochen verschiedene Werthe beilegen muss, ferner ρ, ΔK und die für **jeden Stern** einzuführenden Unbekannten $\Delta\alpha_0$, $\Delta\delta_0$, u, v, p.

Zur Bestimmung der Constanten eignen sich auch besonders Messungen von Zenithdistanzen von zenithnahen Sternen, bei denen der Einfluss einer Unsicherheit der Refractionsconstanten nicht wesentlich wird[2]. Ganz besonders aber eignet sich hierzu die Methode der Beobachtung von Sternpaaren zu beiden Seiten des Zenithes, die Horrebow-Talcott'sche Methode.

Sei $\delta^{(s)}$ die Deklination eines Sternes, der südlich vom Zenith in der Zenithdistanz $\zeta^{(s)}$ culminirt; ebenso $\delta^{(n)}$, $\zeta^{(n)}$ dieselben Grössen für einen nördlich vom Zenith culminirenden Stern, so ist

$$\varphi = \delta^{(s)} + \zeta^{(s)}; \qquad \varphi = \delta^{(n)} - \zeta^{(n)}$$

und daraus

$$\varphi = \tfrac{1}{2}(\delta^{(s)} + \delta^{(n)}) + \tfrac{1}{2}(\zeta^{(s)} - \zeta^{(n)}).$$

Ist daher die Zenithdistanz der Sterne nahe gleich, so wird man mit einem Universalinstrument, durch Drehung desselben um seine Verticalachse oder mit einem Passageninstrument durch Umlegung desselben in seinen Lagern, ohne Verstellung des Fernrohres die Differenz der Zenithdistanzen messen können, wenn das Fernrohr mit einem in der Richtung der Zenithdistanzen beweglichen Mikrometerfaden versehen ist. Da jedoch das Fernrohr praktisch nicht auf zwei Punkte mit genau derselben Zenithdistanz gestellt werden kann, so muss die Stellung des Fernrohres durch eine mit demselben fest verbundene Libelle con-

[1] Vergl. den Artikel »Passageninstrument«, Formeln VII und I.

[2] Sowohl die Aberration als auch die Nutation wurden auf diese Weise von Bradley entdeckt.

trollirt, bezw. die Abweichung durch Berücksichtigung der Libellenneigung in Rechnung gezogen werden.

Sei m_0 die Lesung für die Coincidenz des Mikrometerfadens mit der optischen Achse (fester Faden, Mittelfaden), entsprechend der Einstellung des Fernrohres auf eine gewisse Zenithdistanz ζ_0. Sind m_s, m_n die Lesungen für die Stellung des Mikrometers auf einen anderen Punkt (für die Beobachtung im Süden bezw. Norden) und R der Werth einer Schraubenrevolution, so sind, wenn die Mikrometerlesungen für wachsende Zenithdistanzen grösser werden: $\zeta_0 + R(m_s - m_0)$, bezw. $\zeta_0 + R(m_n - m_0)$ die Zenithdistanzen derjenigen Punkte am Himmel (Sterne), welche am Mikrometerfaden erscheinen. Ist die dabei stattfindende Neigung des Niveaus i_s, bezw. i_n, positiv, wenn der äussere Endpunkt der Libelle der höhere ist (also das Nordende bei Beobachtung von Nordsternen, das Südende bei Beobachtung von Südsternen), so müsste für positive Neigungen das Fernrohr in grössere Zenithdistanzen gebracht, also der Mikrometerfaden bei der Beobachtung des Sternes etwas zurück geschraubt werden; es sind also noch an die oben angeschriebenen Zenithdistanzen die Correctionen $-i_s$ bezw. $-i_n$ anzubringen. Sind endlich r_s, r_n die Refractionen und

$$x_s = -\frac{\sin 2\delta \sin^2 \frac{1}{2} t_s}{arc\, 1''}; \qquad x_n = -\frac{\sin 2\delta \sin^2 \frac{1}{2} t_n}{arc\, 1''}$$

die Reductionen auf den Meridian, wenn der Stern im Stundenwinkel t_s, bezw. t_n beobachtet wurde[1]), so sind die wahren Zenithdistanzen der Sterne:

$$\zeta^{(s)} = \zeta_0 + R(m_s - m_0) - i_s + r_s + x_s$$
$$\zeta^{(n)} = \zeta_0 + R(m_n - m_0) - i_n + r_n + x_n,$$

demnach

$$\varphi = \tfrac{1}{2}(\delta^{(s)} + \delta^{(n)}) + \Delta$$
$$\Delta = \tfrac{1}{2}R(m_s - m_n) - \tfrac{1}{2}(i_s - i_n) + \tfrac{1}{2}(r_s - r_n) + \tfrac{1}{2}(x_s - x_n). \qquad (10)$$

Die einzelnen Glieder von Δ sind der Beobachtung zu entnehmen; zu den δ selbst müssen jedoch wie früher gewisse, von den Reduktionselementen abhängige Correktionen hinzugefügt werden, und es wird mit Rücksicht auf (8), wenn $\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi$ und $\varphi_0 - \frac{1}{2}(\delta_0^{(s)} + \delta_0^{(n)}) = \Delta\varphi$ gesetzt wird:

$$2\Delta\varphi = \Delta\delta_0^{(s)} + tv_s + N_s'\rho + A_s'\Delta K + P_s'p_s +$$
$$+ \Delta\delta_0^{(n)} + tv_n + N_n'\rho + A_n'\Delta K + P_n'p_n.$$

Die strenge Auflösung nach der Methode der kleinsten Quadrate würde erfordern, dass man das gesammte Beobachtungsmaterial gleichzeitig nach allen Unbekannten auflöst. Bedenkt man, dass hierfür eigentlich $\Delta\varphi$ veränderlich ist, $\Delta\alpha_0$, $\Delta\delta_0$, u, v, p für jeden Stern andere Werthe haben, ΔK, ρ hingegen zu ihrer genauen Bestimmung Beobachtungsreihen von einem, bezw. achtzehn Jahren erfordern, so sieht man, dass diese strenge Auflösungsmethode einen ungeheuren Aufwand von Arbeit in Folge der Menge des Materials erfordert, ferner aber den grossen Nachtheil hat, dass die Resultate erst spät abgeleitet werden können. Durch eine sehr kleine Abweichung von der völligen Strenge kann jedoch beiden Uebelständen wenigstens theilweise begegnet werden, wenn man nur mit gewisser Vorsicht bei der Wahl der Sterne vorgeht. Bei einigermaassen gut bestimmten Sternen werden nämlich die Werthe u, v so klein, dass die von denselben abhängigen Beträge selbst im Laufe eines Jahres unmerklich bleiben, und ähnlich verhält es sich mit p. Nun hat man weiter zu berücksichtigen, dass die Coëffi-

[1]) Vergl. den Artikel »Polhöhenbestimmung«, wo auch über die Bestimmung von $r_s - r_n$ das Nähere zu finden ist.

cienten von $\Delta\alpha_0$, $\Delta\delta_0$ von der Zeit unabhängig und die Coëfficienten von ρ nur sehr langsam veränderlich sind, da N_0 und N_0' von der Länge des Mondknotens abhängen, die sich in drei bis vier Monaten nur um 5 bis 6° ändert, so dass man also auch für diese Coëfficienten in erster Näherung constante Mittelwerthe annehmen kann.

Man beobachtet nun sowohl im ersten Vertical als auch nach der HORREBOW-TALCOTT'schen Methode immer Sterngruppen, im ersten Falle am besten nach einem passenden Schema (vergl. den Artikel »Passageninstrument«), im zweiten Falle eine Gruppe von Sternpaaren, stets so, dass die Beobachtungen der ganzen Gruppe etwa eine oder eine und eine halbe Stunde umfasst; es werden sich dann jederzeit mindestens zwei Gruppen hinter einander beobachten lassen, so dass z. B. eine Zeit lang die Gruppen A und B, dann die Gruppen B und C, später wieder C mit einer anderen Gruppe D u. s. w., endlich wieder die letzte Gruppe G mit A beobachtet werden kann.

Leitet man aus den Beobachtungen einer Gruppe $\Delta\varphi$ ab, wobei die von den $\Delta\alpha_0$, $\Delta\delta_0$, ρ und ΔK abhängigen Glieder mit den absoluten Gliedern der Gleichungen vereinigt gedacht sind, so erhält man aus dieser Gruppe

$$\Delta\varphi = m' + F'(\Delta\alpha_0', \Delta\alpha_0'' \ldots \Delta\delta_0', \Delta\delta_0'' \ldots\ldots \rho) + q'\Delta K = m' + F' + q'\Delta K,$$

wo F' eine lineare Function der darin enthaltenen Grössen bedeutet, deren Coëfficienten für eine gegebene Gruppe in ganz bestimmter Weise von den Deklinationen der Sterne und deren Zenithdistanzen im ersten Verticale abhängen, auf die es hier jedoch nicht weiter ankommt. Für eine zweite zur selben Zeit (am selben Tage) beobachtete Gruppe folgt

$$\Delta\varphi = m'' + F'' + q''\Delta K$$

und es muss daher

$$0 = m'' - m' + (F'' - F') + (q'' - q')\Delta K$$

sein. An einem anderen Tage werden die gefundenen Correctionen andere sein, aber die Werthe von F', F'' werden sich nicht geändert haben; man hat daher

$$\Delta\varphi_1 = m_1' + F' + q_1'\Delta K; \qquad \Delta\varphi_1 = m_1'' + F'' + q_1''\Delta K$$

und daher wieder

$$0 = m_1'' - m_1' + (F'' - F') + (q_1'' - q_1')\Delta K.$$

Bezeichnet man die unbekannte Differenz $F'' - F'$ mit x_{12}, die bekannten Coëfficienten $q'' - q'$, $q_1'' - q_1'$ ... allgemein mit q_{12} und die bekannten Grössen $m'' - m'$, $m_1'' - m_1'$ allgemein mit m_{12}, so erhält man die sämmtlichen Gleichungen für die beiden Gruppen in der Form:

$$0 = m_{12} + x_{12} + q_{12}\Delta K.$$

Für die Vergleichung der zweiten Gruppe mit einer dritten ergiebt sich ein System von Gleichungen

$$0 = m_{23} + x_{23} + q_{23}\Delta K,$$

und ähnlich für die Vergleichung der dritten mit einer vierten Gruppe u. s. w. Zu diesen Gleichungen tritt dann noch die Schlussgleichung (für μ-Gruppen):

$$0 = x_{12} + x_{23} + x_{34} + \ldots + x_{\mu 1},$$

deren Richtigkeit aus der Bedeutung der x sofort klar ist. Jedes Gruppenpaar ist natürlich wiederholt beobachtet, und aus allen Gleichungen, in denen die $\mu + 1$ Unbekannten x_{12}, x_{23} ... $x_{\mu 1}$ und ΔK enthalten sind, können diese ermittelt werden. Die x sind die Reductionen der Gruppen auf einander; ΔK die vorläufige Correction der Aberrationsconstante.

Setzt man die gefundenen Werthe der Unbekannten ein, so wird, von einer vorläufig willkürlichen Grösse F' abgesehen, alles bekannt, und man erhält

$$\Delta\varphi = m + F'; \quad \Delta\varphi_1 = m_1 + F'; \quad \Delta\varphi_2 = m_2 + F' \ldots\ldots$$

aus welchen Resultaten man die Amplitude und das Gesetz einer eventuellen Polhöhenänderung ermitteln kann.

Diese Ausgleichung erstreckt sich auf einen geschlossenen Cyclus, d. i. auf einjährige Beobachtungen. Die Ausgleichung könnte für jeden weiteren Cyclus in derselben Weise wiederholt werden; verschiedene Werthe des sich ergebenden ΔK wären nur eine Folge der Beobachtungsfehler und der nicht völlig strengen Ausgleichung; Aenderungen in den x müssen sich aber in Folge der Veränderungen der u, v, ρ ergeben.

Bei der definitiven Ausgleichung wird man nun aber leicht den Werth von ρ selbst mitbestimmen. Wollte man hierbei die einzelnen Unbekannten $\Delta\alpha_0$, $\Delta\delta_0$ u, v mitbestimmen, so wird dies auch keinen Schwierigkeiten unterliegen; einfacher und vielleicht ebenso genau ist es, aus den Functionen F nur das von ρ abhängige Glied abzutrennen und die Veränderlichkeit der x, welche nachher nur noch von den mit u, v behafteten Gliedern herrührt, als mit der Zeit proportional anzusehen; dann hat man für die auf einander folgenden Gruppen eines Cyclus:

$$0 = m_{12} + x_{12} + \xi_{12}t + p_{12}\rho + q_{12}\Delta K$$
$$0 = m_{23} + x_{23} + \xi_{23}t + p_{23}\rho + q_{23}\Delta K$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Aus den Gleichungen, welche jetzt für sämmtliche Cyklen gleichzeitig betrachtet werden, können die Werthe der Unbekannten, in erster Linie also ρ und ΔK gefunden werden, während die definitive Bestimmung der $x_{ik} + \xi_{ik}t$ den für irgend einen Zeitmoment giltigen Werth von $F_i - F_k$ giebt, welcher zur definitiven Bestimmung der $\Delta\varphi$ verwendet werden kann. N. Herz.

Ort; mittlerer, wahrer, scheinbarer. Unter dem Ort (pl. Oerter) eines Gestirns versteht man die Lage der nach ihm gezogenen Visur gegen ein gewisses System von zu einer gewissen Zeit gehörigen Fundamentalebenen. Je nach der räumlichen Lage der Fundamentalebenen (der Lage des Coordinatenursprungs) unterscheidet man den Ort vom Beobachtungsorte aus gesehen, von dem geocentrischen und heliocentrischen Orte (vergl. den Artikel »Parallaxe«); ferner für die Bewegungen von Satelliten um ihre Hauptplaneten den jovicentrischen, kronocentrischen, areocentrischen Ort u. s. w. und für die Festlegung von Objecten (Flecken) oder die Untersuchung der Bewegung der Gestirne um ihre Axe, z. B. für den Mond, den selenocentrischen Ort (vergl. den Artikel »Mechanik des Himmels«, § 64).

Je nach der zeitlichen Lage der Fundamentalebenen, welche für verschiedene Epochen verschieden ist (s. die Artikel »Mechanik des Himmels«, »Präcession« und »Nutation«) unterscheidet man den mittleren Ort für eine gegebene Epoche, das sind die Coordinaten des Gestirns, bezogen auf die instantane, wegen der Secularänderungen (Präcession) corrigirte, mittlere Lage der Fundamentalebene, den wahren Ort, bezogen auf die wahre, wegen der secularen und periodischen Aenderungen (Präcession und Nutation) corrigirten Lage der Fundamentalebene, und den scheinbaren Ort, wie sich derselbe in Folge der Aberration des Lichtes (s. d.) darbietet.

Weitere, von der Lage des Beobachtungsortes oder von gewissen, diesem eigen-

thümlichen Reductionselementen (Temperatur, Luftdruck) abhängige Correctionen (Parallaxe und Refraction) werden besonders betrachtet.

Der mittlere Ort eines Gestirns für eine beliebige Epoche wird nicht weiter berücksichtigt, wesentlich bleibt nur der mittlere Ort für den Jahresanfang, dieser kann nämlich als eine für das Gestirn im Laufe eines Jahres Constante angesehen werden, während man dann die Präcession vom Jahresanfang bis zu der gewünschten Epoche mit der Nutation zusammenzieht.

Bringt man an den für eine gegebene Epoche gültigen mittleren Ort eines Sterns (Katalogposition) die Präcession bis zum Jahresanfange eines beliebigen Jahres an, so erhält man dessen mittleren Ort für den betrachteten Jahresanfang. Umgekehrt erhält man aus Beobachtungen auf die unten gegebene Art den mittleren Ort für den Jahresanfang des Beobachtungsjahres, und durch Anbringen der Präcession (mit dem entsprechenden Zeichen) den mittleren Ort für eine gewisse angenommene Epoche, z. B. eine solche, auf welche alle Beobachtungen reducirt werden sollen.

Ueber die Ausführung der diesbezüglichen Operationen ist hier nichts weiter anzuführen, da alles Nöthige in dem Artikel »Präcession« zusammengestellt erscheint.

Es ist jedoch hier noch ein zunächst nicht genügend bestimmtes Element zu betrachten: der Jahresanfang.

Bei der Berechnung der Präcession werden alle Constanten, welche als Coëfficienten der Zeit auftreten, nicht auf das julianische Jahr, sondern auf das tropische Jahr bezogen (vergl. den Artikel »Präcession«); die Länge des tropischen Jahres ist aber nicht genau durch eine ganze Anzahl von Tagen ausdrückbar, so dass verschiedene Jahre am selben Ort zu verschiedenen Ortszeiten anfangen werden, und überdies wird der Beginn desselben tropischen Jahres, wenn man ihn z. B. vom Mittage oder von der Mitternacht zählen würde, für verschiedene Orte verschiedenen absoluten Zeitmomenten entsprechen. Man kann diesem Umstande auf zwei Arten Rechnung tragen.

1) Man wählt als Nullpunkt der Zeitzählung den Jahresanfang für einen Hauptmeridian, den Meridian der Ephemeride, also z. B. Berlin, Paris, Greenwich, Washington; alle beobachteten Zeiten werden, wie bei allen aus den Ephemeridensammlungen zu entnehmenden Zahlenwerthen auf die Zeit des Hauptmeridians reducirt; die mittleren Oerter der Sterne gelten ebenfalls für den Jahresanfang, d. i. Januar 0·0 des Meridians der Ephemeride[1]). Für die Berechnung der mittleren Oerter für diesen Jahresanfang hat man aber die Länge des Jahres (eine ganze Anzahl von Tagen) in Theilen des tropischen Jahres auszudrücken.

2) Man wählt als Nullpunkt der Zeitrechnung einen von der Lage des Erdortes unabhängigen Anfangspunkt der Zählung. BESSEL wählte als solchen den Zeitpunkt, zu welchem die mittlere Länge der Sonne, vermehrt um den constanten Theil der Aberration (— 20·48″) den Werth 280°, gezählt von dem zugehörigen mittleren Aequinoctium, hat. Dieses »fingirte Jahr« wurde seither beibehalten und heisst *annus fictus*. Dieses ist demnach ein tropisches Jahr, mit einem von der Lage der Erdorte unabhängigen Jahresanfang *(dies reductus)*. Der Jahresanfang des *annus fictus* wird daher für denselben Erdort in verschiedenen Jahren

[1]) Januar 0·0 entspricht dem Mittage des 31. December des vorangehenden Jahres. Diese Wahl ist getroffen, damit für jeden Jahrestag die Ordnungsnummer des Tages auch die seit dem Jahresanfang verflossene Anzahl von Tagen darstellt; so sind für den 1., 10., 20. Januar bereits 1, 10, 20 Tage verflossen.

zu ganz verschiedenen Tagesstunden fallen, oder aber, der Beginn dieses Jahresanfanges wird auf 0 Uhr in verschiedenen Jahren an verschiedenen Orten fallen. Denjenigen Meridian, für welchen der Jahresanfang auf 0 Uhr fällt, nennt man den Normalmeridian; für ihn ist, da die Sonnenlänge 280° ist, die zugehörige Sternzeit $18^h 40^m$ [1]).

Man kann den Normalmeridian, für welchen der Jahresanfang auf 0 Uhr fällt, mit Hilfe der bekannten tropischen Bewegung der Sonne für jedes Jahr berechnen, sobald man denselben für ein Jahr kennt. Nun ist nach LE VERRIER die mittlere tropische Länge der Sonne für 1850 Januar 1·0 mittlerer Pariser Zeit: $L_0 = 280° \, 46' \, 43{\cdot}51''$; dieses ist der Werth, welcher für L_0' in Formel (2) des Artikels »Präcession« einzusetzen ist, während L' für den Jahresanfang gleich 280° anzunehmen ist. Man erhält daher die Zeit ϑ_0 (ausgedrückt in julianischen Jahren und mittlerer Pariser Zeit), zu welcher der tropische Jahresanfang für 1850 fällt aus der Formel:

$$c = -46' \, 43{\cdot}51'' = a_1\vartheta_0 + a_2\vartheta_0^2 + a_3\vartheta_0^3.$$

Diese Gleichung hat genau dieselbe Form, wie die in dem Artikel »Präcession« für die Bestimmung der Jahreslänge gelöste, und giebt, wenn c an Stelle von $bx = 1296000\,x$ oder $x = c:b$ gesetzt wird:

$$\vartheta_0 = A_1 \frac{c}{b} + A_2 \left(\frac{c}{b}\right)^2 + A_3 \left(\frac{c}{b}\right)^3,$$

wobei man wegen der Kleinheit von $c:b$ und der Coëfficienten A_2, A_3 die beiden letzten Glieder unbedenklich vernachlässigen kann. In Tagen ausgedrückt wird daher der Beginn des tropischen Jahres 1850:

$$\vartheta_0' = A_1 \frac{c}{b} \cdot 365{\cdot}25 = -(1 - 0{\cdot}000021357)\frac{2803{\cdot}51}{1296000} \cdot 365{\cdot}25 = -0{\cdot}7901^d,$$

d. i. 0·7901 Tage vor Januar 1·0 mittlere Pariser Zeit.

$x = T - 1850$ tropische Jahre sind nach Formel (2a) »Präcession« gleich

$$t = A_1 x + A_2 x^2 + A_3 x^3 = x + (A_1 - 1)x + A_2 x^2 + A_3 x^3,$$

wobei

$$A_1 - 1 = -0{\cdot}000021357, \quad A_2 = -0{\cdot}00000000008543,$$
$$A_3 = -0{\cdot}000000000000000247$$

ist; x tropische Jahre nach 1850 fällt daher der Jahresanfang

$$\vartheta_0 + t = \vartheta_0 + x + (A_1 - 1)x + A_2 x^2 + A_3 x^3$$

Jahre nach 1850 Januar 1·0 oder

$$\vartheta = \vartheta_0 + (A_1 - 1)x + A_2 x^2 + A_3 x^3$$

nach dem Beginn des julianischen Jahres $T = 1850 + x$, ausgedrückt in julianischen Jahren, daher in Tagen ausgedrückt:

$$\vartheta' = \vartheta_0' + [(A - 1)x + A_2 x^2 + A_3 x^3] \cdot 365{\cdot}25$$
$$= -0{\cdot}7901 - 0{\cdot}0078004\,x - 0{\cdot}0000000312\,x^2.$$

Während aber nach LE VERRIER das julianische Jahr 1850 mit Januar 1·0 anfängt, wird wegen der Jahreslänge 365·25 Tage nur jedes vierte folgende mit dem Mittage anfangen. Es wird daher zweckmässiger, den Beginn des *annus fictus* gegen den Anfang des stets mit dem Mittage beginnenden Kalenderjahres zu suchen. Dieses ist im ersten, zweiten, dritten folgenden Jahre um 0·25, 0·50, 0·75 früher, im vierten Jahre wieder zusammenfallend mit dem Be-

[1]) Sternzeit im mittleren Mittage = Rectascension der mittleren Sonne = mittlere Länge der Sonne (s. den Artikel »Zeit«).

ginn des julianischen Jahres. Es wird daher der Beginn des *annus fictus* dem Beginne des Kalenderjahres um $\frac{1}{4}r'$ genähert, wenn r' der Rest der Division von $T_0 - 1850$ durch 4 ist, oder um $\frac{1}{4}r - 0{\cdot}5$, wenn r der Rest der Division der Jahreszahl selbst durch 4 ist, wobei aber r die Werthe 1, 2, 3, 4 annehmen muss, da die Correction für $r' = 2$ nicht $-0{\cdot}5$, sondern $+0{\cdot}5$ ist. Es wird daher für das laufende Jahrhundert der Jahresanfang

$$-0{\cdot}7901 - 0{\cdot}0078004\,x - 0{\cdot}0000000312\,x^2 + \tfrac{1}{4}r - 0{\cdot}5$$

vor Januar 1·0, oder an dem Datum des Januar:

$$\text{Januar } 0{\cdot}0 + 0{\cdot}2099 - 0{\cdot}0078004\,x - 0{\cdot}0000000312\,x^2 + \tfrac{1}{4}r - 0{\cdot}5.$$

Da nun aber die Secularjahre im gregorianischen Kalender keine Schaltjahre sind, so wird in jedem Secularjahr der Anfang des Kalenderjahres um einen Tag zurückweichen oder umgekehrt der Anfang des *Annus fictus* um einen Tag des Jahres vorrücken, was am einfachsten berücksicht werden könnte, wenn man die Ordnungszahl des Seculums, um eine Constante vermindert, dazu addiren würde. Da die obige Formel für das neunzehnte Jahrhundert richtig ist, so würde man noch $\tau - 18$ zu addiren haben, wenn τ die Hunderte der Jahreszahl bedeuten. Andererseits ist aber jedes vierte Jahrhundert wieder ein Schaltjahr, so dass in jedem vierten Jahrhundert die hinzugefügte Einheit wieder weggenommen werden muss. Schreibt man daher $\tau = 4\sigma + \rho$, wobei $\rho = 0, 1, 2, 3$ ist, und addirt $3\sigma + \rho - 14$, so wird auch diesem Umstande des gregorianischen Kalenders Rechnung getragen. Es ist daher für den Meridian von Paris:

$$k = 0{\cdot}2099 + 3\sigma + \rho - 14{\cdot}5 - 0{\cdot}0078004\,x - 0{\cdot}0000000312\,x^2 + \tfrac{1}{4}r$$

das Datum des Beginnes des *annus fictus* in Bruchtheilen des Tages ausgedrückt für das Jahr des gregorianischen Kalenders

$$(4\sigma + \rho)\,100 + (4q + r); \qquad \rho = 0, 1, 2, 3; \quad r = 1, 2, 3, 4.$$

Für einen anderen Ort O, dessen westliche Länge von Paris d ist (ebenfalls ausgedrückt in Bruchtheilen des Tages), wird der Beginn des *annus fictus* Januar $k - d$ sein; für Greenwich wird die Constante daher 0·2034, für Berlin 0·2406.

Alle Constanten, welche für die einzelnen Daten des Normalmeridians tabulirt sind, gelten daher für $k - d$ des betrachteten Ortes O. Sucht man die Constanten für den Mittag dieses Ortes, so hat man mit dem Argumente: Datum $- k + d$ einzugehen[1]). Braucht man aber den Werth der Constanten für eine andere Zeit, z. B. für die Culminationszeit eines Sterns, dessen Rectascension α ist, für welche daher die Sternzeit α ist, so wird das Argument: Datum $- k + d + \alpha$. An diesen Werth ist jedoch noch eine Correction anzubringen. An dem Tage, an welchem die Sonne einen Stern passirt, wird dieser nämlich zweimal culminiren, einmal unmittelbar nach der Sonne und dann noch einmal unmittelbar vor der Sonne; für die erstere Culmination ist das Argument das eben angeführte, für die zweite Culmination dieses Tages ist das Argument natürlich um 1 grösser und bleibt es für alle folgenden Daten. Man hat daher als Argument für die Entnahme derjenigen Constanten, welche für $18^h\,40^m$ des Normalmeridians gelten:

$$\text{Argument} = \text{Datum} - k + d + \alpha + i$$

$d + \alpha$ in Tagesbruchtheilen, $i = 0$ für alle Daten, für welche die Sonnenlänge kleiner als α ist, und gleich 1 für alle Daten, für welche die Sonnenlänge grösser

---

[1]) Die von BESSEL und später von WOLFERS herausgegebenen »Tabulae quantitatum Besselianarum« haben k mit dem entgegengesetzten Zeichen, so dass für diese das dort gegebene k zum Datum zu addiren ist.

als α ist; dabei vorausgesetzt, dass $\alpha > 18^h\ 40^m$ ist, denn nur für diesen Fall erhält man die Culmination desjenigen Datums, welches mit $18^h\ 40^m$ Sternzeit des Normalmeridians beginnt. Ist aber $\alpha < 18^h\ 40^m$, so würde man durch diese Formel die Culmination erhalten, welche dem betr. Datum vorangeht; in diesem Falle ist also $i = 1$ bezw. 2 zu nehmen, je nachdem die Sonnenlänge kleiner oder grösser als α ist.

Doch wird man diese Regeln nur für die ältere Form der Tabulirung benöthigen, da in den Ephemeriden jetzt allgemein eine vereinfachte Form gewählt ist (s. unten).

Vereinigt man die Reductionen, welche an dem mittleren Orte α_0, δ_0 eines Sterns für den Jahresanfang anzubringen sind, um seinen wahren Ort zu einer anderen Epoche zu erhalten (Präcession vom Anfang des Jahres bis zu dieser Epoche, Eigenbewegung in der Zwischenzeit und Nutation), und die Reduction vom wahren Ort auf den scheinbaren α, δ (Aberration), so ergiebt sich als Reduction:

$$\Delta\alpha_0 = \alpha - \alpha_0 = f + g \sin(G + \alpha_0) \tan\delta_0 + h \sin(H + \alpha_0) \sec\delta_0 + \mu t$$
$$\Delta\delta_0 = \delta - \delta_0 = g \cos(G + \alpha_0) + h \cos(H + \alpha_0) \sin\delta_0 + i \cos\delta_0 + \mu' t$$

oder

$$\Delta\alpha_0 = \alpha - \alpha_0 = aA + bB + cC + dD + E$$
$$\Delta\delta_0 = \delta - \delta_0 = a'A + b'B + c'C + d'D,$$

wobei für das zweite System die Constanten für den Stern die Bedeutung haben:

$$a = m_1 + n_1 \sin\alpha \tan\delta \qquad a' = n \cos\alpha$$
$$b = \cos\alpha \tan\delta \qquad b' = -\sin\alpha$$
$$c = \cos\alpha \sec\delta \qquad c' = \cos\delta \tan\varepsilon - \sin\alpha \sin\delta$$
$$d = \sin\alpha \sec\delta \qquad d' = \cos\alpha \sin\delta.$$

Nach diesen Formeln erhält man entweder den scheinbaren Ort α, δ aus dem mittleren α_0, δ_0 durch Addition der berechneten Correctionen, oder aber aus den beobachteten Positionen durch Anbringen derselben Correctionen mit dem entgegengesetzten Zeichen den mittleren Ort für den Jahresanfang[1]).

Die Constanten I: f, g, h, G, H, i und II: A, B, C, D, E sind mit der Zeit veränderlich und für jeden Tag des Jahres in den Ephemeriden tabulirt.

Das »Berliner Astronom. Jahrbuch« gab bis 1867 die Grössen I für die Epochen des Normalmeridians und die Grössen II für die mittlere Berliner Mitternacht von 10 zu 10 Tagen ohne Berücksichtigung der schnell veränderlichen von der Mondlänge abhängigen Glieder. Von 1868 ab wurden die Grössen III (f' g', G', A', B') für die Mondglieder kurzer Periode mit dem Argumente einfache Mondlänge hinzugefügt, die Grössen I von Tag zu Tag für die mittlere Mitternacht gegeben, und überdies Grössen f, g, G zur Reduction des wahren Ortes auf den jedesmaligen mittleren Ort des nächstliegenden Decenniums, also für die Zeit 1868—1874 auf das mittlere Aequinoctium 1870, von 1875—1884 auf das mittlere Aequinoctium 1880 u. s. w. hinzugefügt. Man erhält diese Ausdrücke leicht, wenn man in den Formeln (3) des Artikels »Nutation«, τ nicht vom Jahresanfange des betr. Jahres, sondern vom Jahresanfang des zu Grunde gelegten Decenniums bis zum betr. Tag zählt.

---

[1]) Eine andere Form, bei welcher die Ausdrücke für Nutation und Aberration vereinigt sind, hat KLINKERFUES vorgeschlagen (»Astron. Nachr.« Bd. 62, pag. 355). Ueber differentielle Aenderungen in den Constanten a, b, c . . . s. »Astron. Nachr.« Bd. 101, pag. 245; über die Glieder zweiter Ordnung und die Formeln von FABRITIUS, s. v. OPPOLZER l. c., pag. 259.

Für die Reduction von Sternen bis 1869 muss das Argument in der oben angegebenen Weise gebildet werden. Seit 1870 finden sich die zu jedem Datum gehörigen, der Sternzeitepoche $18^h 40^m$ des Normalmeridians entsprechenden mittleren Zeiten Berlin auf eine Decimale, seit 1884 auf zwei Decimalen hinzugefügt, und seit 1888 giebt das »Berliner Astron. Jahrbuch« die mit den Mondgliedern kurzer Periode vereinigten Grössen II, ebenfalls für die Epoche $18^h 40^m$ des Normalmeridians, aber mit Hinzufügung der zugehörigen mittleren Zeit Berlin auf 3 Decimalen, von Tag zu Tag.

Der »Nautical Almanac« von Greenwich gab seit 1834 die sämmtlichen Reductionsgrössen für die mittlere Mitternacht Greenwich, die Grössen II für jeden Tag, die Grössen I bis 1873 von 5 zu 5 Tagen, seit 1874 für jeden Tag.

Die »Connaissance des Temps« gab seit 1863 sämmtliche Reductionsgrössen für die mittlere Mitternacht Paris, die Grössen II ebenfalls für jeden Tag, die Grössen I bis 1874 von 5 zu 5 Tagen, seit 1875 ebenfalls von Tag zu Tag. N. Herz.

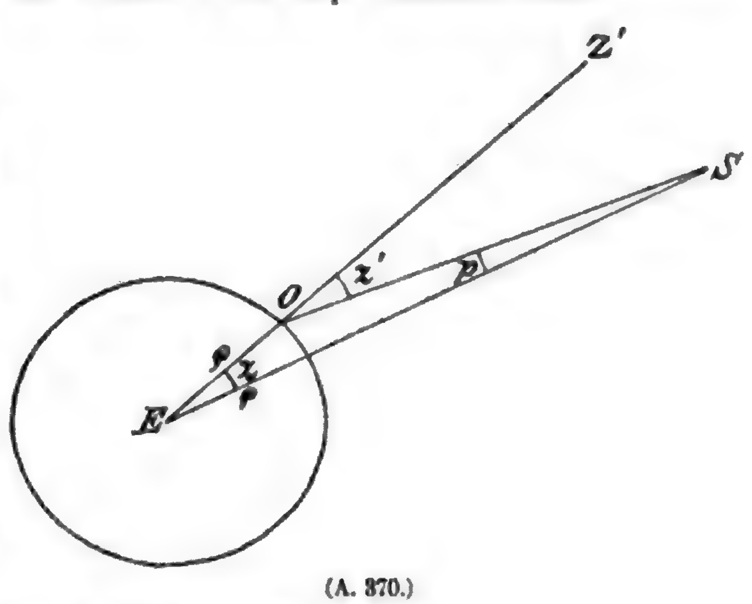
Parallaxe. Die von beliebigen Punkten der Erdoberfläche aus in einem beliebigen Augenblicke gesehenen Stellungen eines Gestirnes müssen, um mit einander vergleichbar zu sein und zu Untersuchungen über die Bewegung des Gestirnes dienen zu können, auf einen und denselben Punkt als Ort des Beobachters bezogen werden. Die Beobachtungen der unserem Sonnensystem angehörigen Körper werden bezogen auf den Erdmittelpunkt in seiner dem Augenblicke der Beobachtungen entsprechenden Lage, während die Beobachtungen der Fixsterne und der übrigen unserem Sonnensystem nicht angehörenden oder doch durch die Sonne in ihrer Bewegung nicht bestimmten Körper bezogen werden auf den durch die Sonne eingenommenen Brennpunkt der Bahn der Erde. Man nennt nun allgemein die Abweichung des beobachteten Ortes eines Gestirnes von dem wahren aus dem Bewegungsmittelpunkte gesehenen Orte die Parallaxe des Gestirnes und unterscheidet die »tägliche Parallaxe«, welche durch den Standpunkt des Beobachters auf der Erdoberfläche erzeugt wird, und die »jährliche Parallaxe», hervorgerufen durch die Bewegung der Erde in ihrer Bahn.

Streng genommen stehen die Fixsterne unter dem doppelten Einflusse der täglichen wie der jährlichen Parallaxe. Bei ihrer ungeheuren Entfernung ist aber die verschiedene Stellung der Erde in ihrer Bahn nur eben hinreichend, um in besonders günstigen Fällen eine mit unseren Instrumenten messbare Aenderung des Ortes des Sternes hervorzurufen, während der Durchmesser des Erdkörpers so verschwindend klein ist, dass es schlechterdings unmöglich ist, den Einfluss der verschiedenen Stellung des Beobachters auf der Erdoberfläche im scheinbaren Orte der Fixsterne zu erkennen. Wenn wir daher von der Parallaxe der Fixsterne sprechen, so verstehen wir darunter einfach die jährliche Parallaxe. Andererseits stehen die Körper unseres Sonnensystemes nur unter dem Einflusse der täglichen Parallaxe, und hier verstehen wir daher unter der Parallaxe die Abweichung des scheinbaren Ortes des Gestirns vom geocentrischen Orte.

Wir suchen zunächst die Formeln zur Berechnung der täglichen Parallaxe auf. Ist E der Mittelpunkt des sphäroidischen Erdkörpers, O der Ort des Beobachters auf der Erdoberfläche und S der Ort des Gestirns, so zielt der Erdradius EO, den wir mit ρ bezeichnen, verlängert auf das geocentrische Zenith Z' des Beobachtungsortes; der Winkel $Z'OS = z'$ ist die scheinbare Distanz des Gestirns vom geocentrischen Zenith, der Winkel $Z'ES = z$ die wahre Distanz vom geocentrischen Zenith. Nennen wir noch die Entfernung ES des Gestirns

vom Erdmittelpunkt Δ, so ist der Abstand des scheinbaren Ortes des Gestirns vom geocentrischen Orte, d. i. der Winkel $OSE = p$ bestimmt durch

$$\sin p = \frac{\rho}{\Delta} \sin z'.$$



(A. 870.)

Der scheinbare Ort liegt auf der Verlängerung des das geocentrische Zenith mit dem geocentrischen Orte des Gestirnes verbindenden Bogens grössten Kreises. Der Maximalwerth

$$\sin p_0 = \frac{\rho}{\Delta}$$

heisst die **Horizontalparallaxe.** Durch Entwickelung nach der MACLAURIN'schen Reihe erhalten wir

$$p = p_0 \sin z' - \tfrac{1}{6} p_0^3 \sin z' \cos^2 z' \ldots\ldots$$

Das zweite Glied der rechten Seite wird ein Maximum für $\sin z' = \pm \sqrt{\tfrac{1}{3}}$; es macht dann aber selbst beim Monde, für welchen $p_0 = 62'$ werden kann, nur 0''·078 aus und kann auch in diesem Falle vernachlässigt werden, weil uns die Parallaxe des Mondes selbst zur Zeit nicht mit entsprechender Genauigkeit bekannt ist.

Nennen wir den Radius des Erdäquators a und die geocentrische Breite des Punktes O φ, ferner die Abplattung des Erdsphäroides α, so ist

$$\rho = a\left[1 - \alpha \sin^2\varphi + \frac{5}{2}\alpha^2(\sin^2\varphi - \sin^4\varphi) \ldots\ldots\right]$$

und daher

$$\sin p_0 = \frac{a}{\Delta}\left[1 - \alpha \sin^2\varphi + \frac{5}{2}\alpha^2(\sin^2\varphi - \sin^4\varphi) \ldots\ldots\right].$$

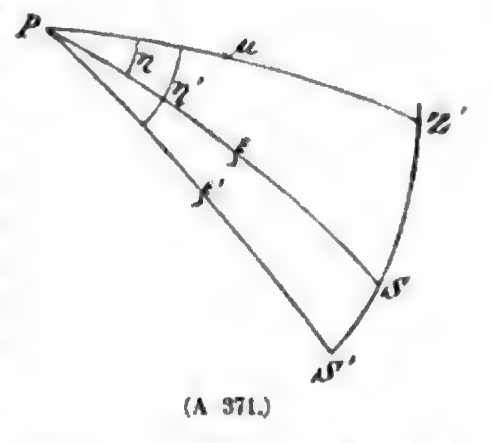
Der Maximalwerth von p_0 ist also gegeben durch

$$\sin \pi = \frac{a}{\Delta}.$$

Er wird bezeichnet als die **Aequatoreal-Horizontalparallaxe.**

Der Maximalwerth des von α^2 abhängigen Gliedes tritt ein für $\sin\varphi = \pm\sqrt{\tfrac{1}{2}}$; dasselbe nimmt in diesem Falle für den Mond den Betrag 0''·026 an. Da der Unterschied zwischen p_0 und π nur bis auf 12'' steigen kann, begehen wir durch die Vertauschung des Sinus mit dem Bogen nur einen völlig unmerklichen Fehler und erhalten also schliesslich zur Berechnung von p für alle Fälle der Anwendung genügend genau

$$p = \pi(1 - \alpha \sin^2\varphi) \sin z'.$$



(A. 371.)

Es sei nun wieder Z' das geocentrische Zenith des Beobachtungsortes an der Sphäre und S der geocentrische Ort des Gestirns; der scheinbare Ort liegt dann also auf der Verlängerung von $Z'S$ etwa in S' und der Bogen $Z'S' = z'$ ist die scheinbare geocentrische Zenithdistanz. Der Punkt P sei der Zielpunkt der Z-Achse desjenigen Coordinatensystems, in welchem wir die Parallaxe berechnen wollen. Der Abstand PZ' sei μ. Die Polabstände PS und PS' seien ξ und ξ', die Winkel zwischen PS bezw. PS' und PZ' seien η und η'.

Da $SS' = p$ also

$$\sin SS' = \sin p_0 \sin z' = \rho \sin \pi \sin z'$$

ist, finden wir zunächst

$$\sin(\eta' - \eta) = \rho \sin \pi \frac{\sin z'}{\sin \xi} \sin PS'S$$

oder wegen

$$\sin PS'S \sin z' = \sin \eta' \sin \mu$$

$$\sin(\eta' - \eta) = \rho \sin \pi \frac{\sin \mu}{\sin \xi} \sin \eta'.$$

Setzen wir für η' ein $\eta + (\eta' - \eta)$ und entwickeln, so wird

$$\sin(\eta' - \eta)\left(1 - \rho \sin \pi \frac{\sin \mu}{\sin \xi} \cos \eta\right) = \rho \sin \pi \frac{\sin \mu}{\sin \xi} \cos(\eta' - \eta) \sin \eta$$

folglich

$$\tang(\eta' - \eta) = \frac{\rho \sin \pi \sin \mu \operatorname{cosec} \xi \sin \eta}{1 - \rho \sin \pi \sin \mu \operatorname{cosec} \xi \cos \eta}. \qquad \text{(a)}$$

Aus den beiden Ausdrücken

$$\cos \xi = \cos z \cos \mu + \sin z \sin \mu \cos PZ'S$$
$$\cos \xi' = \cos z' \cos \mu + \sin z' \sin \mu \cos PZ'S$$

ergiebt sich

$$\sin z' \cos \xi - \sin z \cos \xi' = \cos \mu \sin(z' - z) = \cos \mu \rho \sin \pi \sin z'.$$

Substituiren wir $\sin z$ aus der Gleichung

$$\sin z : \sin z' = \sin \xi \sin \eta : \sin \xi' \sin \eta',$$

so wird

$$\cos \xi = \rho \sin \pi \cos \mu + \cos \xi' \frac{\sin \xi}{\sin \xi'} \frac{\sin \eta}{\sin \eta'}.$$

Hiermit erhalten wir folgenden Ausdruck:

$$\sin(\xi' - \xi) = \rho \sin \pi \cos \mu \sin \xi' + \sin \xi \cos \xi' \left(\frac{\sin \eta}{\sin \eta'} - 1\right)$$

$$= \rho \sin \pi \cos \mu \sin \xi' + \sin \xi \cos \xi' \operatorname{cosec} \eta' \, 2 \sin \frac{\eta - \eta'}{2} \cos \frac{\eta + \eta'}{2}$$

oder nach dem vorher gefundenen Ausdrucke für $\sin(\eta' - \eta)$

$$\sin(\xi' - \xi) = \rho \sin \pi \left\{\cos \mu \sin \xi' - \sin \mu \cos \xi' \frac{\cos \frac{\eta + \eta'}{2}}{\cos \frac{\eta - \eta'}{2}}\right\}.$$

Setzen wir nun

$$\cos \gamma = m \sin \mu \qquad \sin \gamma = m \cos \mu \frac{\cos \frac{\eta - \eta'}{2}}{\cos \frac{\eta + \eta'}{2}}, \qquad \text{(b)}$$

so ergiebt sich

$$\sin(\xi' - \xi) = -\rho \sin \pi \cos \mu \frac{\cos(\xi' + \gamma)}{\sin \gamma}$$

und wenn wir rechts wieder ξ' ersetzen durch $\xi + (\xi' - \xi)$

$$\tang(\xi' - \xi) = \frac{-\rho \sin \pi \cos \mu \operatorname{cosec} \gamma \cos(\xi + \gamma)}{1 - \rho \sin \pi \cos \mu \operatorname{cosec} \gamma \sin(\xi + \gamma)}. \qquad \text{(c)}$$

Ist s der lineare Halbmesser des Gestirns Δ, Δ' seine Entfernung vom Erdmittelpunkt bezw. vom Beobachtungsorte, so ist der Winkel, unter welchem das Gestirn vom Erdmittelpunkte aus erscheint, d. i. der **geocentrische Radius** bestimmt durch

$$\sin R = \frac{s}{\Delta},$$

während wir den scheinbaren Radius erhalten durch

$$\sin R' = \frac{s}{\Delta'}.$$

Um also R' aus R zu berechnen, haben wir

$$\frac{\sin R'}{\sin R} = \frac{\Delta}{\Delta'}$$

oder nach Fig. 370

$$= \frac{\sin z'}{\sin z}.$$

Nennen wir im Dreieck $PZ'S'$ den Winkel bei Z' für einen Augenblick q, so ist

$$\sin z \cos q = \cos\xi \sin\mu - \sin\xi \cos\mu \cos\eta$$
$$\sin z' \cos q = \cos\xi' \sin\mu - \sin\xi' \cos\mu \cos\eta'.$$

Die Einführungsgleichungen für den Winkel γ können wir schreiben, wenn wir $\frac{\eta - \eta'}{2} = \eta - \frac{\eta + \eta'}{2}$ oder $= \frac{\eta + \eta'}{2} - \eta'$ setzen,

$$\cos\gamma = m \sin\mu \qquad \sin\gamma = m \cos\mu \left(\cos\eta + \sin\eta \, tang \frac{\eta + \eta'}{2}\right)$$
$$= m \cos\mu \left(\cos\eta' + \sin\eta' \, tang \frac{\eta + \eta'}{2}\right)$$

und erhalten so

$$m \sin z \cos q = \cos\xi \cos\gamma - \sin\xi \sin\gamma + m \cos\mu \sin\xi \sin\eta \, tang \frac{\eta + \eta'}{2}$$

$$m \sin z' \cos q = \cos\xi' \cos\gamma - \sin\xi' \sin\gamma + m \cos\mu \sin\xi' \sin\eta' \, tang \frac{\eta + \eta'}{2}$$

oder da

$$\sin\xi \sin\eta = \sin z \sin q \qquad \sin\xi' \sin\eta' = \sin z' \sin q$$

ist,

$$m \sin z \left(\cos q - \cos\mu \sin q \, tang \frac{\eta + \eta'}{2}\right) = \cos(\xi + \gamma)$$

$$m \sin z' \left(\cos q - \cos\mu \sin q \, tang \frac{\eta + \eta'}{2}\right) = \cos(\xi' + \gamma).$$

Es wird also

$$\frac{\sin R'}{\sin R} = \frac{\cos(\xi' + \gamma)}{\cos(\xi + \gamma)} \tag{d}$$

Wir haben nun die Formeln (a) bis (d) auf die verschiedenen Coordinatensysteme zu übertragen. Lassen wir den Punkt P zusammen fallen mit dem Zenith des Beobachtungsortes, so sind ξ und ξ' die scheinbare bezw. wahre Zenithdistanz für den Beobachtungsort, sie mögen mit ζ und ζ' bezeichnet werden; η und η' sind das scheinbare bezw. wahre Azimuth $= a$ bezw. a'; endlich wird $\mu = \varphi - \varphi'$. Die Formeln werden also:

$$tang(a' - a) = \frac{\rho \sin\pi \sin(\varphi - \varphi') \operatorname{cosec}\zeta \sin a}{1 - \rho \sin\pi \sin(\varphi - \varphi') \operatorname{cosec}\zeta \cos a}$$

$$cotang\gamma = tang(\varphi - \varphi') \frac{\cos\frac{a + a'}{2}}{\cos\frac{a' - a}{2}}$$

$$tang(\zeta' - \zeta) = \frac{-\rho \sin\pi \cos(\varphi - \varphi') \operatorname{cosec}\gamma \cos(\zeta + \gamma)}{1 - \rho \sin\pi \cos(\varphi - \varphi') \operatorname{cosec}\gamma \sin(\zeta + \gamma)}$$

$$\sin R' = \sin R \frac{\cos(\zeta' + \gamma)}{\cos(\zeta + \gamma)}.$$

Betrachten wir P als Pol des Aequators, so ist, wenn α und α' wahre und scheinbare Rectascension, δ und δ' wahre und scheinbare Deklination des Gestirnes bedeuten, und θ die Sternzeit der Beobachtung ist,

$$\xi = 90^\circ - \delta, \quad \xi' = 90^\circ - \delta', \quad \eta = \theta - \alpha, \quad \eta' = \theta - \alpha', \quad \mu = 90^\circ - \varphi'$$

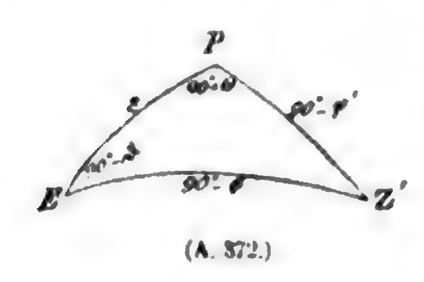
$$tang\,(\alpha' - \alpha) = - \frac{\rho\, sin\pi\, cos\varphi'\, sec\delta\, sin\,(\theta - \alpha)}{1 - \rho\, sin\pi\, cos\varphi'\, sec\delta\, cos\,(\theta - \alpha)}$$

$$tang\,\gamma = tang\,\varphi' \frac{cos\frac{1}{2}\,(\alpha' - \alpha)}{cos\left(\theta - \frac{\alpha + \alpha'}{2}\right)}$$

$$tang\,(\delta' - \delta) = \frac{\rho\, sin\pi\, sin\varphi'\, cosec\gamma\, sin\,(\delta - \gamma)}{1 - \rho\, sin\pi\, sin\varphi'\, cosec\gamma\, cos\,(\delta - \gamma)}$$

$$sin\,R' = sin\,R\,\frac{sin\,(\delta' - \gamma)}{sin\,(\delta - \gamma)}.$$

Lassen wir drittens den Punkt P den Pol der Ekliptik bedeuten und bezeichnen durch λ, β, λ', β' die wahre bezw. scheinbare Länge und Breite des Gestirnes, durch ϑ, Φ aber die Länge und Breite des geocentrischen Zeniths des Beobachtungsortes, so haben wir zunächst ϑ und Φ zu bestimmen aus dem Dreieck zwischen dem Pol der Ekliptik E, dem Pol des Aequators P und dem geocentrischen Zenith Z'. Da dem Punkte P die Länge 90°, dem Punkte E die Rectascension 270° zugehört, erhalten wir, wenn ε die Schiefe der Ekliptik ist,



(A. 372.)

$$sin\,\Phi = cos\,\varepsilon\, sin\varphi' - sin\,\varepsilon\, cos\varphi'\, sin\theta$$
$$cos\,\Phi\, cos\,\vartheta = cos\varphi'\, cos\theta$$
$$cos\,\Phi\, sin\,\vartheta = sin\varphi'\, sin\,\varepsilon + cos\varphi'\, cos\,\varepsilon\, sin\theta$$

$$tang\,(\lambda' - \lambda) = - \frac{\rho\, sin\pi\, cos\Phi\, sec\beta\, sin\,(\vartheta - \lambda)}{1 - \rho\, sin\pi\, cos\Phi\, sec\beta\, cos\,(\vartheta - \lambda)}$$

$$tang\,\gamma = tang\,\Phi \frac{cos\frac{1}{2}\,(\lambda' - \lambda)}{cos\left(\vartheta - \frac{\lambda + \lambda'}{2}\right)}$$

$$tang\,(\beta' - \beta) = \frac{\rho\, sin\pi\, sin\Phi\, cosec\gamma\, sin\,(\beta - \gamma)}{1 - \rho\, sin\pi\, sin\Phi\, cosec\gamma\, cos\,(\beta - \gamma)}$$

$$sin\,R' = sin\,R\,\frac{sin\,(\beta' - \gamma)}{sin\,(\beta - \gamma)}.$$

Der Einfluss der Parallaxe auf die Coordinaten ist also in allen Fällen bestimmt durch Ausdrücke von der Form $tang\,x = \frac{A\,sin\,y}{1 - A\,cos\,y}$. Um diese zu berechnen, wendet man eine bekannte Reihenentwickelung an und erhält

$$x = A\,sin\,y + \frac{1}{2}A^2\,sin\,2y + \frac{1}{3}A^3\,sin\,3y\,\ldots$$

Weil nun A abhängig ist von $sin\,\pi$, also eine Grösse von der Ordnung der Parallaxe selbst ist, braucht man in allen Fällen der Anwendung mit alleiniger Ausnahme des Mondes nur das erste Glied der Reihe zu berücksichtigen. Um strenge und zugleich bequeme Formeln für den Mond zu erhalten, setzen wir $A\,cos\,y = sin\,M$. Dann ist

$$tang\,x = \frac{sin\,M\,tang\,y}{1 - sin\,M} = tang\,M\,\frac{1 + sin\,M}{cos\,M}\,tang\,y = tang\,M\,tang\,(45^\circ + \tfrac{1}{2}M)\,tang\,y.$$

Die zur Anwendung gelangenden Formeln für das System der Rectascension und Deklination lauten also folgendermaassen:

Näherungsformeln: $\alpha' - \alpha = -\pi\rho\, cos\varphi' sec\delta\, sin\,(\theta - \alpha)$

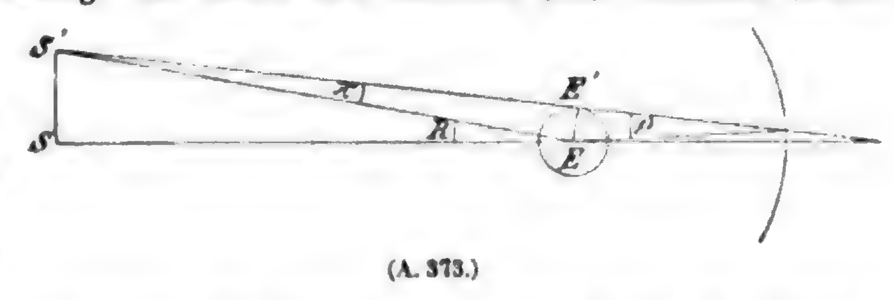
$$tang\gamma = tang\varphi'\, sec\,(\theta - \alpha) \qquad \delta' - \delta = \pi\rho\, sin\varphi'\, cosec\gamma\, sin\,(\delta - \gamma).$$

Strenge Formeln:

$$sin\,M = \rho\, sin\pi\, cos\varphi'\, sec\delta\, cos\,(\theta - \alpha)$$
$$sin\,M' = \rho\, sin\pi\, sin\varphi'\, cosec\gamma\, cos\,(\delta - \gamma) \qquad tang\gamma = tang\varphi'\, cos\tfrac{1}{2}\,(\alpha' - \alpha) sec\left(\theta - \frac{\alpha + \alpha'}{2}\right)$$
$$tang\,(\alpha' - \alpha) = -\, tang\,M\, tang\,(45^\circ + \tfrac{1}{2}\,M)\, tang\,(\theta - \alpha)$$
$$tang\,(\delta' - \delta) = tang\,M'\, tang\,(45^\circ + \tfrac{1}{2}\,M')\, tang\,(\delta - \gamma).$$

Die Aufgabe der Bestimmung der Horizontalparallaxe eines Gestirnes kann in doppelter Weise gelöst werden. Entweder stellen sich zwei Beobachter auf der Erdoberfläche an verschiedenen Punkten auf und bestimmen gleichzeitig den Ort des Gestirnes; die beiden Bestimmungen müssen um den Unterschied der Parallaxe verschieden sein. Oder zweitens ein einzelner Beobachter verfolgt das Gestirn während seiner täglichen Bewegung und leitet aus dem sich mit der Lage des Gestirnes gegen den Beobachter ändernden Einflusse der Parallaxe diese selbst her. Während jenes Verfahren unter allen Umständen auch bei Körpern anwendbar ist, über deren Natur und Bewegung noch nichts bekannt ist, setzt dieses voraus, dass wir im Besitze einer hinreichend genauen Ephemeride des Gestirnes sind, um den Einfluss der eigenen Ortsveränderung eliminiren zu können. Dagegen verlangt das andere Verfahren die genaue Kenntniss der gegenseitigen Lage der beiden Beobachtungspunkte, die nur mit grossen Schwierigkeiten zu erlangen ist. Eine Erleichterung tritt ein, wenn die Orte so gewählt werden, dass ihre Entfernung im wesentlichen aus der Differenz der Polhöhen sich ergiebt, was der Fall ist, wenn beide Orte unter demselben Meridian liegen. Aus diesen Gesichtspunkten resultiren die verschiedenen Methoden der Bestimmung der täglichen Parallaxe der Gestirne. Sie werden angewandt zur Bestimmung der Parallaxe des Mondes und der Sonne, denn da durch das dritte Kepler'sche Gesetz alle Entfernungen im Sonnensystem aus den mit grosser Genauigkeit bekannten oder leicht zu bestimmenden Umlaufszeiten folgen, sobald eine der Entfernungen gegeben ist, brauchen wir nur eine Parallaxe im Sonnensystem zu bestimmen. Wegen der grossen Verschiedenheit im Werthe der Parallaxe und in der Bewegung zwischen dem Monde und den Planeten sind nun aber die Methoden dem speciellen Falle, dem sie dienen sollen, besonders anzupassen.

Die erste Bestimmung der Mondparallaxe rührt her von Hipparch. Seine Methode ist folgende. Bewegt der Mond sich während einer centralen Mondfinsterniss durch den von der Sonne erzeugten Schattenkegel des Erdkörpers und bezeichnen wir den halben vom Mondmittelpunkte durchlaufenen Bogen durch s,



(A. 373.)

ferner durch p und π die Parallaxen des Mondes bezw. der Sonne und durch R den angularen Sonnenradius, so entnimmt man der Figur leicht die Beziehung

$$R + s = \pi + p.$$

Andererseits hatte schon Aristarch die Bestimmung des Verhältnisses $p : \pi$ aus der Beobachtung der Winkel im Dreiecke Sonne, Erde, Mond zur Zeit des Viertelmondes, wo das Dreieck am Mondmittelpunkte rechtwinklig ist, gelehrt.

Es ergiebt sich so, wenn wir den Winkel am Sonnenmittelpunkt durch S, den am Erdmittelpunkte durch E bezeichnen,

$$sin\, S : sin\, E = \frac{1}{p} : \frac{1}{\pi}.$$

Nach Aristarch's Messungen, die den Winkel E zu 87° ergaben, nahm Hipparch $\pi : p = 1 : 19$ an und fand dann für p Werthe, nach denen er die grösste Entfernung des Mondes zu 72·5—83 Erdhalbmessern, die kleinste auf 62—72 Erdhalbmesser schätzte. Trotz der grossen in der unvermeidlichen Unsicherheit der erforderlichen Beobachtungen begründeten Mängel der Methode ist sie auch später noch wiederholt angewandt, zuletzt auf Kepler's Veranlassung durch Vendelin, der auf Majorka beobachtete und $\pi : p = 1 : 229$ und damit $\pi = 14''$ fand.

Durch direkte Beobachtung der Höhe des Mondes bestimmte zuerst Ptolemäus die Mondparallaxe nach einer nach ihm benannten Methode. Die Bahn des Mondes ist gegen die Ekliptik unter einem Winkel von 5° 8′ geneigt, und es bewegt sich der Knoten der Mondbahn in der Ekliptik rückläufig so, dass er in nahe 19 Jahren einen Umlauf vollführt. Tritt nun der Fall ein, dass der Knoten der Mondbahn mit dem Frühlingspunkte zusammenfällt, so erreicht der Mond während eines Umlaufs eine grösste nördliche Deklination von 23° 28′ + 5° 8′ = 28° 36′ und eine grösste südliche Deklination von gleichfalls 28° 36′. Es unterscheiden sich also die Zenithdistanzen des Mondes im Augenblicke der Culmination in diesen beiden Stellungen für einen Beobachter auf der Erdoberfläche um 57° 12′, und es sind daher die parallactischen Faktoren bei beiden Beobachtungen sehr verschieden. Nach den früher gegebenen strengen Formeln ergiebt sich für den Fall $\Theta - \alpha = 0$, also für Deklinationsbeobachtungen im Meridian $\alpha' - \alpha = 0$, $tang\, \gamma = tang\, \varphi'$ also $\gamma = \varphi'$ und

$$tang\, (\delta' - \delta) = \frac{\rho\, sin\, \pi\, sin\, (\delta - \varphi')}{1 - \rho\, sin\, \pi\, cos\, (\delta - \varphi')}$$

oder wenn wir die beobachtete Zenithdistanz $\zeta = \varphi - \delta'$ einführen

$$sin\, (\delta - \delta') = \rho\, sin\, \pi\, sin\, (\varphi' - \delta') = \rho\, sin\, \pi\, sin\, [\zeta - (\varphi - \varphi')].$$

Durch Differentiation ergiebt sich wegen der Kleinheit von π und $\delta - \delta'$ hinreichend genau

$$d(\delta - \delta') = \rho\, sin\, [\zeta - (\varphi - \varphi')]\, d\pi.$$

Reduciren wir also die beobachtete Deklination δ' mit einem angenommenen Werthe der Parallaxe auf den Erdmittelpunkt und bezeichnen die so erhaltene genäherte geocentrische Deklination durch δ_0', so liefert jede Beobachtung eine Gleichung der Form

$$\delta_0 = \delta_0' + \rho\, sin\, [\zeta - (\varphi - \varphi')]\, d\pi,$$

worin δ_0 die den Tafeln entnommene Deklination des Mondes ist. Diese Deklination ist nun noch behaftet mit den Fehlern der angenommenen Elemente der Mondbahn. Es kommen hier nur die die Lage der Bahn bestimmenden Elemente Neigung und Knotenlänge in Betracht. Nennen wir diese Grössen bezogen auf den Aequator und Frühlingspunkt i und Ω, ferner u die vom Knoten gerechnete Länge des Mondes in seiner Bahn, so ist

$$sin\, \delta = sin\, i\, sin\, u \qquad tang\, (\alpha - \Omega) = tang\, u\, cos\, i.$$

Durch Differentiation dieser Ausdrücke und Elimination des du entsteht die Differentialgleichung

$$cos\, \delta\, d\delta = \frac{sin\, i\, cos\, u}{cos\, i}\, cos^2\, \delta\, d\, (\alpha - \Omega) + \frac{sin\, u}{cos\, i}\, cos^2\, \delta\, di,$$

die sich noch wegen

$$tang\, i = \frac{sin\, \delta}{cos\, \delta\, sin(\alpha - \Omega)} \qquad sin\, u = \frac{sin\, \delta}{sin\, i}$$

vereinfacht in

$$d\delta = \tfrac{1}{2}\, sin\, 2\delta\, cotang(\alpha - \Omega) d(\alpha - \Omega) + \frac{sin\, 2\delta}{sin\, 2i}\, di.$$

Aus jeder Beobachtung erhalten wir also eine Gleichung:

$$\delta_0 + \tfrac{1}{2}\, sin\, 2\delta\, cotang(\alpha - \Omega)\, d(\alpha - \Omega) + \frac{sin\, 2\delta}{sin\, 2i}\, di = \delta_0' + \rho\, sin[\zeta - (\varphi - \varphi')]d\pi.$$

Wollen wir die Unbekannten aus einer längeren Beobachtungsreihe bestimmen, so wäre $d\pi$ die Correction der dem Augenblicke der Beobachtung entsprechenden Parallaxe π; diese ist mit der Correction des angenommenen Näherungswerthes der mittleren Parallaxe π_0 verbunden durch $d\pi = \frac{\pi}{\pi_0}\, d\pi_0$, und wir hätten also die Gleichung aufzustellen

$$\delta_0' - \delta_0 = \tfrac{1}{2}\, sin\, 2\delta\, cotang(\alpha - \Omega) d(\alpha - \Omega) + \frac{sin\, 2\delta}{sin\, 2i}\, di - \rho \frac{\pi}{\pi_0}\, sin[\zeta - (\varphi - \varphi')]d\pi_0$$

und aus einer grösseren Anzahl solcher Gleichungen die Correctionen $d\Omega$, di $d\pi_0$ zu bestimmen. Beobachten wir den Mond zur Zeit des Zusammenfallens des aufsteigenden Knotens seiner Bahn mit dem Frühlingspunkte in seiner grössten nördlichen bezw. südlichen Deklination, so ist $(\alpha - \Omega) = 90°$ bezw. $270°$ und $\delta = \pm\, i$ und es wird einfach

$$\delta_0' - \delta_0 = \pm\, di - \rho \frac{\pi}{\pi_0}\, sin[\zeta - (\varphi - \varphi')]d\pi_0.$$

In dieser vereinfachten Gestalt wurde die Gleichung von Ptolemäus und später von Tycho, Kepler und anderen benutzt. Ptolemäus fand die mittlere Parallaxe des Mondes = 58′ 42″. Airy dagegen hat bei einer Bearbeitung der Greenwicher Mondbeobachtungen von 1730 bis 1850 nach diesen Gesichtspunkten den Werth 57′ 3″·89 erhalten. Der grosse Mangel der Methode, der auch das fehlerhafte Resultat des Ptolemäus erklärt, ist der, dass sie eine genaue Kenntniss der Refraction fordert; ein Fehler in ihrer Bestimmung geht mit seinem ganzen Betrage in das Resultat über. Dies ist auch der Grund, warum im Copernicanischen Zeitalter eine andere Methode angewandt wurde. Die Instrumente der damaligen Zeit dienten zur Bestimmung der Länge und Breite der Gestirne. Man verfuhr nun folgendermaassen. Man beobachtete den Mond im Augenblicke, in dem seine Länge gleich der des geocentrischen Zeniths des Beobachtungsortes war. Man erhielt dann aus der Beobachtung direkt die geocentrische Länge des Mondes, die man (Kepler) benutzte, um für einen beliebigen anderen Augenblick mit der gegebenen Bewegung die geocentrische Länge zu berechnen. Die Differenz der wirklich beobachteten scheinbaren und der so berechneten geocentrischen Länge ergab die Parallaxe. Tycho dagegen entnahm mit der beobachteten geocentrischen Länge den Mondtafeln die zugehörige geocentrische Breite und verglich diese mit der gleichzeitig beobachteten scheinbaren.

Als das sicherste Mittel zur Bestimmung der Parallaxe des Mondes durch Beobachtungen von einem einzigen Punkte der Erdoberfläche aus muss wohl die Beobachtung der Bedeckungen der Fixsterne durch den Mond bezeichnet werden. Die in der Theorie der Finsternisse — vergl. I. Band, pag. 810 — abgeleiteten Bedingungsgleichungen ermöglichen die Ermittelung der Correction der Coordinaten des Mondes, seiner Entfernung und seines Durchmessers. Dienen aber nur Beobachtungen eines einzelnen Ortes zur Aufstellung der betreffenden Gleichungen, so ist nothwendiger Weise die Voraussetzung zu machen, dass die

Correctionen der Tafelwerthe, also besonders der Coordinaten des Mondes, während des ganzen Zeitraumes, über welchen die Beobachtungen sich erstrecken, constant seien oder in einem bekannten Zusammenhange mit der Zeit stehen. In dieser Weise ist die Methode in neuester Zeit von BATTERMANN angewandt[1]. Will man sich von diesen Annahmen frei machen und zugleich auch die Gestalt des Erdkörpers, deren fehlerhafte Annahme natürlich aus Beobachtungen eines Ortes nicht zu ermitteln ist, in die Discussion einführen, so muss man gleichzeitige Beobachtungen von Sternbedeckungen von verschiedenen Stationen benutzen. Besonders geeignet sind hierzu die Durchgänge des Mondes durch die Gruppe der Plejaden, und in der That hat man versucht, die Beobachtungen dieser Erscheinung zur Bestimmung der Parallaxe des Mondes anzuwenden. Die betreffende Untersuchung von KÜSTNER[2], ebenso wie die neueren Arbeiten von L. STRUVE[3], welche letzteren auf der Verwendung der während totaler Mondfinsternisse beobachteten Sternbedeckungen beruhen, haben zwar nicht zu zuverlässigen Werthen der Parallaxe geführt, was aber nur als eine Folge des Umstandes angesehen werden kann, dass die Beobachtungsorte auf der Erdoberfläche nicht weit genug auseinander lagen.

So lange man nur Beobachtungen von einem einzelnen Erdorte zur Ermittelung der Parallaxe des Mondes anwandte, war das erlangte Resultat in hohem Grade abhängig von den Fehlern der Mondtheorie. Man wurde dadurch schon frühzeitig zu der Erkenntniss geführt, dass für die Sicherheit der Bestimmung es von wesentlichem Vortheil sein würde, wenn man gleichzeitige Beobachtungen verschiedener Stationen, die möglichst verschiedene Wirkungen der Parallaxe darböten, benutzen könnte. Natürlich setzte dieses eine genügende Kenntniss der Dimensionen und der Gestalt des Erdkörpers sowohl als auch genügend sichere Hilfsmittel zur Bestimmung der gegenseitigen Lage verschiedener Punkte der Erdoberfläche voraus, um die die beiden Stationen verbindende Sehne des Erdkörpers berechnen zu können. Diese Ueberlegungen führten schon zu einer Modification der vorhin erwähnten KEPLER'schen Methode, darin bestehend, dass man die erforderlichen beiden Bestimmungen der Länge des Mondes, von denen die eine frei von der Wirkung der Parallaxe sein und zur Elimination des Fehlers der den Tafeln entnommenen Länge des Mondes dienen musste, an zwei verschiedenen unter derselben Breite liegenden Stationen gleichzeitig ausführte. Aber zur vollen Geltung kam der so zu erzielende Vortheil erst, als man sich nach WAGNER's (1681—1745, Berlin) Vorschlage seiner bei der Messung der Zenithdistanzen bediente. Die Methode, die zu den das grösste Vertrauen geniessenden Bestimmungen gedient hat, besteht in folgendem. Es werden zwei möglichst genau auf demselben Meridian liegende Stationen ausgewählt, für welche also die absoluten Zeiten des Meridiandurchganges des Mondes wenig verschieden sind; die eine Station liegt auf der Nord- die andere auf der Südhalbkugel. Die Sicherheit der Bestimmung wächst mit der Grösse des zwischen beiden Punkten liegenden Bogens des Meridians, so dass es wünschenswerth ist, die geographische Breite der Orte so gross zu nehmen, als es ohne Beeinträchtigung der Genauigkeit der Beobachtung statthaft ist. Der Mond culminirt dann südlich vom Zenith der nördlichen Station und nördlich

[1]) H. BATTERMANN: Beiträge zur Bestimmung der Mondbewegung und der Sonnenparallaxe aus Beobachtungen von Sternbedeckungen.

[2]) Nova acta der Kais. Leop.-Carol. deutschen Akademie der Naturforscher XLI.

[3]) Astronomische Nachrichten, No. 3266.

vom Zenith der südlichen. Auf beiden Stationen wird im Augenblicke der Culmination die scheinbare Zenithdistanz eines der Mondränder gemessen und zwar auf der einen Station die des oberen auf der anderen die des unteren Randes oder umgekehrt, damit die Beobachtungen sich auf denselben Punkt der Peripherie der Mondscheibe beziehen. Um weiter die etwa vorhandenen constanten Fehler der Refractionstafeln zu eliminiren, wird auf beiden Stationen auch ein und derselbe Fixstern oder besser noch mehrere symmetrisch zum Monde und mit ihm nahe auf demselben Parallelkreis liegende beobachtet. Bringt man dann an das Mittel der angenommenen Deklinationen dieser Sterne den auf beiden Stationen beobachteten Deklinationsunterschied gegen den Mondrand an, so erhält man die Deklination dieses Randes, nur behaftet mit dem Einflusse der Parallaxe. Es seien nun δ und δ' die geocentrische und die beobachtete scheinbare Deklination des Mondrandes, D die geocentrische Deklination des Mondcentrums, R und R' seien der wahre und der scheinbare Mondradius, π die Aequatorealhorizontalparallaxe zur Zeit der Beobachtung. Es ist dann

$$D = \delta \mp R, \text{ wenn der } \begin{matrix}\text{nördliche}\\ \text{südliche}\end{matrix} \text{ Rand beobachtet ist}$$

$$\sin(D - \delta') = \sin(\delta - \delta')\cos R \mp \cos(\delta - \delta')\sin R = \sin(\delta - \delta') \mp \sin R + \\ - 2\sin(\delta - \delta')\sin^2 \tfrac{1}{2} R \pm 2\sin R \sin^2 \tfrac{1}{2}(\delta - \delta').$$

Für die Maximalwerthe $R = 16'$, $\delta - \delta' = 1° 4'$ ist der Betrag des dritten Gliedes $0''{\cdot}04$, der des vierten $0''{\cdot}16$; jenes kann mit Näherungswerthen von R und π scharf berechnet werden, während dieses eliminirt wird dadurch, dass man abwechselnd den Nord- und Südrand beobachtet. Für die weitere Entwickelung scheiden also diese beiden Correctionen aus. Führen wir ein $\sin(\delta - \delta') = \rho \sin\pi \sin[\zeta - (\varphi - \varphi')]$, wo ζ die beobachtete scheinbare Zenithdistanz des Mondrandes ist, und bezeichnen durch k das Verhältniss des linearen Mondradius s und des äquatorealen Erdradius a, so dass, da

$$\sin\pi = \frac{a}{\Delta} \qquad \sin r = \frac{s}{\Delta} \qquad (\Delta = \text{Entfernung des Mondes von der Erde}),$$
$$\sin R = k \sin\pi$$

wird, so erhalten wir

$$\sin(D - \delta') = \sin\pi \{\rho \sin[\zeta - (\varphi - \varphi')] \mp k\}.$$

Dieser Ausdruck gilt für die nördliche Station. Auf der südlichen wirkt die Parallaxe in entgegengesetzter Richtung, während die Differenz der geocentrischen Deklination des Randes und des Mittelpunktes die gleiche ist. Nennen wir also φ_1 die südliche Breite der zweiten Station, die also gleichfalls als positive Grösse zu behandeln ist, so haben wir für die correspondirende Beobachtung

$$\sin(D_1 - \delta_1') = -\sin\pi_1 \{\rho_1 \sin[\zeta_1 - (\varphi_1 - \varphi_1')] \pm k\}.$$

Um den Einfluss der Abplattung des Erdkörpers explicite zu erhalten, führen wir unter der nach dem früher gesagten statthaften Beschränkung auf die erste Potenz dieser Grösse ein

$$\rho = 1 - \alpha \sin^2\varphi \qquad \varphi - \varphi' = \alpha \sin 2\varphi$$

und haben

$$\rho \sin[\zeta - (\varphi - \varphi')] = (1 - \alpha \sin^2\varphi)\sin(\zeta - \alpha \sin 2\varphi) = \sin\zeta - \alpha(\sin^2\varphi \sin\zeta + \sin 2\varphi \cos\zeta),$$

da $\cos(\varphi - \varphi')$ von der Einheit nur um ein Glied von der Ordnung von α^2 verschieden ist. Dadurch wird nun

$$D = \delta' + (\sin\zeta \mp k)\frac{\sin\pi}{\sin 1''} - \alpha\frac{\sin\pi}{\sin 1''}(\sin^2\varphi\sin\zeta + \sin 2\varphi\cos\zeta) + (\sin\zeta \mp k)^3\frac{\sin^3\pi}{6\cdot\sin 1''}$$

$$D_1 = \delta_1' - (\sin\zeta_1 \pm k)\frac{\sin\pi_1}{\sin 1''} + \alpha\frac{\sin\pi_1}{\sin 1''}(\sin^2\varphi_1\sin\zeta_1 + \sin 2\varphi_1\cos\zeta_1) - (\sin\zeta_1 \pm k)^3\frac{\sin^3\pi_1}{6\cdot\sin 1''}$$

Sei nun t die Zeit der Beobachtung bezogen auf den Meridian des Ephemeridenortes und für einen naheliegenden Zeitpunkt T seien der Ephemeride entnommen: die stündliche Aenderung $\frac{dD}{dt}$ der Deklination des Mondes, die Parallaxe P und ihre stündliche Aenderung $\frac{dP}{dt}$. Bei der Genauigkeit der Tafeln können wir annehmen, dass die stündlichen Aenderungen $\frac{dD}{dt}$ und $\frac{dP}{dt}$ fehlerfrei sind und dass auch das Verhältniss der dem Augenblicke der Beobachtung entsprechenden Parallaxe zur mittleren Parallaxe genau bekannt ist, so dass wir setzen können $\pi = \frac{p}{p_0}\pi_0$, wo p_0 die den Tafeln zu Grunde liegende, π_0 aber die wirkliche mittlere Parallaxe des Mondes und p die aus den Tafeln für die Zeit der Beobachtung entnommene Parallaxe ist. Wir haben dann zu setzen

$$D = D_0 + (t - T)\frac{dD}{dt}$$

$$\sin\pi = \sin\left\{\frac{P}{p_0}\pi_0 + (t-T)\frac{dP}{dt}\right\} = \sin\frac{P}{p_0}\pi_0 + \cos\frac{P}{p_0}\pi_0\,(t-T)\frac{dP}{dt},$$

oder wenn wir $\frac{P}{p_0} = \mu$ setzen

$$= \mu\sin\pi_0 + \cos P(t-T)\frac{dP}{dt}.$$

Die Beobachtung führt also zu folgender Bedingungsgleichung:

$$D_0 + (t-T)\frac{dD}{dt} = \delta' + (\sin\zeta \mp k)\mu\sin\pi_0 + (\sin\zeta \mp k)\cos P(t-T)\frac{dP}{dt} +$$
$$- \alpha\frac{\mu\sin\pi_0}{\sin 1''}(\sin^2\varphi\sin\zeta + \sin 2\varphi\cos\zeta) + (\sin\zeta \mp k)^3\frac{\sin^3 P}{6\cdot\sin 1''}$$

oder wenn wir setzen

$$\Delta' = \delta' + (T-t)\frac{dD}{dt} - (\sin\zeta \mp k)\cos P(T-t)\frac{dP}{dt} + (\sin\zeta \mp k)^3\frac{\sin^3 P}{6\cdot\sin 1''}$$

$$D_0 = \Delta' + \mu\sin\pi_0(\sin\zeta \mp k) - \alpha\frac{\mu\sin\pi_0}{\sin 1''}(\sin^2\varphi\sin\zeta + \sin 2\varphi\cos\zeta).$$

In dieser Gleichung können wir Δ' als eine uns durch die Beobachtung und die Ephemeride genau gegebene Grösse betrachten und aus einer Reihe solcher Gleichungen können wir also π_0 bestimmen. Die südliche Station ergiebt die Gleichung

$$D_0 + (t_1 - T)\frac{dD}{dt} = \delta_1' - (\sin\zeta_1 \pm k)\mu\sin\pi_0 - (\sin\zeta_1 \pm k)\cos P(t_1 - T)\frac{dP}{dt} +$$
$$+ \alpha\frac{\mu\sin\pi_0}{\sin 1''}(\sin^2\varphi_1\sin\zeta_1 + \sin 2\varphi_1\cos\zeta_1) - (\sin\zeta_1 \pm k)^3\frac{\sin^3 P}{6\cdot\sin 1''}$$

$$\Delta_1' = \delta_1' + (T - t_1)\frac{dD}{dt} + (\sin\zeta_1 \pm k)\cos P(T - t_1)\frac{dP}{dt} - (\sin\zeta_1 \pm k)^3\frac{\sin^3 P}{6\cdot\sin 1''}$$

$$D_0 = \Delta_1' - \mu\sin\pi_0(\sin\zeta_1 \pm k) + \alpha\frac{\mu\sin\pi_0}{\sin 1''}(\sin^2\varphi_1\sin\zeta_1 + \sin 2\varphi_1\cos\zeta_1).$$

Durch Subtraction der beiden Bedingungsgleichungen wird schliesslich

$$\Delta_1' - \Delta' = \mu \sin \pi_0 \left\{ (\sin \zeta + \sin \zeta_1) - \frac{\alpha}{\sin 1''} \begin{pmatrix} \sin^2 \varphi \sin \zeta + \sin 2\varphi \cos \zeta \\ + \sin^2 \varphi_1 \sin \zeta_1 + \sin 2\varphi_1 \cos \zeta_1 \end{pmatrix} \right\}.$$

Durch die Verbindung je zweier zusammengehöriger Beobachtungen erhalten wir also eine Reihe von Gleichungen von der Form $n = \sin \pi_0 (a - \alpha b)$, aus deren Gesammtheit wir π_0 und α zu bestimmen hätten. In der That sind aber die Werthe, die der Coëfficient b annehmen kann, von einander zu wenig verschieden. Die Sternwarten der nördlichen Halbkugel liegen unter zu wenig verschiedener Breite und auf der südlichen Halbkugel giebt es nur wenige Sternwarten unter wieder ähnlicher Breite. Es ist daher nicht möglich α selbst zu bestimmen, und muss man sich begnügen, π_0 als Function von α darzustellen. Erst durch Einführung einer dritten Station in der Nähe des Aequators würde man eine genügende Verschiedenheit der Coëfficienten herbeizuführen vermögen. Nach dem ersten im Jahre 1705 durch WAGNER in Berlin und KOLB am Cap der guten Hoffnung unternommenen Versuch einer Anwendung dieser Methode, der durch KOLB's Verschulden nicht zum Ziele führte, wurden in den Jahren 1751—53 durch LACAILLE am Cap der guten Hoffnung Beobachtungen des Mondes angestellt, die in Verbindung mit correspondirenden Beobachtungen zu Greenwich, Paris, Berlin und Bologna zu einer guten Bestimmung der Parallaxe führten. Diese Beobachtungen sind von Verschiedenen bearbeitet; OLUFSEN[1]) hat nach den vorhin gegebenen Formeln aus denselben für die mittlere Parallaxe des Mondes den Werth 57′ 2″·95 (nach Einführung des BESSEL'schen Werthes der Abplattung des Erdkörpers) abgeleitet, der durch die neueren Beobachtungen nur unwesentlich verbessert ist.

In der Praxis wird auch jetzt noch meistens der in den HANSEN'schen Mondtafeln abgeleitete Werth der Parallaxe angewandt, der nicht aus direkten Beobachtungen des Mondes, sondern aus der Mondtheorie selbst hervorgegangen ist. Die Grundlagen desselben sind folgende: Nennen wir r die halbe grosse Axe der Mondbahn, T die Umlaufszeit des Mondes, m seine Masse, M die Masse der Erde und k die GAUSS'sche Constante der Anziehungskraft, so ist nach dem 3. KEPLER'schen Gesetze

$$T^2 = \frac{4\,(\pi)^2\, r^3}{k^2 (M + m)} \qquad (\pi) = 3{\cdot}14159$$

Wir erhalten also die der Entfernung r entsprechende Parallaxe, wenn wieder a der aequatoreale Erdradius ist, durch

$$\sin \pi = \frac{a}{r} = a \left(\frac{4\,(\pi)^2}{T^2 k^2 (M + m)} \right)^{\frac{1}{3}}$$

In diesem Ausdrucke ist a durch die geodätischen Messungen, T^2 durch die Mondbeobachtungen gegeben. k^2 ist zu ermitteln durch die Beobachtungen der Länge des einfachen Secundenpendels. Nennen wir dieselbe l und g die Schwerkraft an der Erdoberfläche, so ist $l = g\,\frac{1}{(\pi)^2}$. Die Schwerkraft setzt sich zusammen aus der Anziehungskraft g_0 des Erdkörpers und aus der in die Richtung der Schwere fallenden Componente der Centrifugalkraft $\frac{4\,(\pi)^2 \rho \cos^2 \varphi^1}{\tau^2}$ (ρ, φ^1 Erdradius und geocentrische Breite, τ Umdrehungszeit der Erde). Nach

[1]) Astronomische Nachrichten Bd. XIV, pag. 226.

der Potentialtheorie ist für das Sphäroid $g_0 = k^2 \frac{M}{\rho^2}$, wenn wir für ρ denjenigen Werth substituiren, welcher der Bedingung $\sin \varphi' = \sqrt{\tfrac{1}{3}}$ genügt. Bezeichnen wir die dieser Bedingung genügenden Werthe durch (ρ) und (φ'), so ist also

$$g = k^2 \frac{M}{(\rho)^2} - \frac{4 \, (\pi)^2 (\rho) \cos^2 (\varphi')}{\tau^2}$$

$$\frac{k^2}{(\pi)^2} = \frac{1}{M} (\rho)^2 \left(l + \frac{4 (\rho) \cos^2 (\varphi')}{\tau^2} \right) = a^2 \frac{l'}{M}$$

wobei

$$l' = l \left[1 - \alpha \sin^2 \varphi + \tfrac{5}{8} \alpha^2 (\sin^2 \varphi - \sin^4 \varphi) \right]^2 \left(1 + \frac{4 (\rho) \cos^2 (\varphi')}{l \tau^2} \right)$$

ist. Folglich wird

$$\sin \pi = \left[\frac{M}{M+m} \cdot \frac{a}{l'} \cdot \frac{4}{T^2} \right]^{\frac{1}{3}}.$$

Um zur mittleren Parallaxe überzugehen, ist es nun noch nothwendig, diesen Werth von $\sin \pi$ zu multipliciren mit dem Verhältniss der halben grossen Axe der Mondbahn zur mittleren Entfernung des Mondes, d. i. in der Mondtheorie die von den periodischen Gliedern des Ausdrucks des Radius vector und der Störungen befreite Entfernung. Der Werth dieses Verhältnisses ist der Mondtheorie zu entlehnen; Hansen giebt ihn = 1·006537 und damit wird dann

$$\sin \pi_0 = 1{\cdot}006537 \left[\frac{M}{M+m} \cdot \frac{a}{l'} \cdot \frac{4}{T^2} \right]^{\frac{1}{3}}$$

Hansen fand auf diesem Wege $\pi_0 = 57' \, 2''{\cdot}27$, ein Werth, der mit dem aus den direkten Mondbeobachtungen abgeleiteten innerhalb der zulässigen Fehler übereinstimmt. Mit Benutzung der aus den besten Beobachtungen der neuesten Zeit bestimmten Werthe für die verschiedenen Constanten berechnet Newcomb in seinem Werke: »The elements of the four inner planets and the fundamental constants of astronomy. Washington 1895« auf diesem Wege $\underline{\pi_0 = 57' \, 2''{\cdot}71}$ und dies ist wohl derjenige Werth, der nach unserer jetzigen Kenntniss der Wahrheit am nächsten kommt. Der Ausdruck $\frac{\sin \pi_0}{\sin 1''}$ ausgedrückt in Bogenmaass, wird bezeichnet als die Constante der Mondparallaxe. Sie ist nach Newcomb = 3422''·55.

Die Sonnenparallaxe, d. i. der Winkel, unter welchem in der mittleren Entfernung der Erde von der Sonne der äquatoreale Erdradius erscheint, wurde von Ptolemäus nach der früher erwähnten Hipparch'schen Methode zu 2' 50'' bestimmt, und obwohl dieser Werth 20fach zu gross ist, dauerte es doch 1800 Jahre bis man die Richtigkeit dieser Bestimmung zu bezweifeln begann. Aber erst Kepler's drittes Gesetz eröffnete die Möglichkeit einer sicheren Bestimmung dieser fundamentalen Constante für alle Entfernungen im Weltall. Indem es den Zusammenhang der mittleren Entfernungen der Planeten enthüllte, setzte es uns in den Stand, alle Entfernungen im Sonnensystem auszudrücken durch die als Einheit angenommene mittlere Entfernung der Erde von der Sonne und so aus jeder beobachteten Entfernung der Erde von einem Planeten unsere Einheit ableiten zu können. Man hat daher seit Kepler's Zeiten auch nicht mehr versucht, durch direkte Beobachtungen der Sonne ihre Parallaxe zu bestimmen, sondern stets den indirekten Weg gewählt unter Benutzung der sich darbietenden günstigsten Verhältnisse. Die Bestimmung der Parallaxe wird um so leichter, der Einfluss der unvermeidlichen Beobachtungsfehler auf das schliess-

liche Resultat — die Sonnenparallaxe — um so kleiner, je grösser die durch die Beobachtung zu bestimmende Parallaxe ist, d. h. je näher der zu beobachtende Planet der Erde steht. Es kommen nun aber nur Mercur, Venus, Mars und einzelne der kleinen Planeten zu der Erde in Entfernungen, die kleiner sind als die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne, und nur diese können also für die Lösung der Aufgabe in Betracht kommen. Die kleinste Entfernung des Mercur von der Erde ist 0·517 ausgedrückt in Einheiten der mittleren Entfernung der Erde von der Sonne. Seine Parallaxe ist dann also das 1·93fache der Sonnenparallaxe. Direkte Beobachtungen des Mercur sind nun aber nicht nur schwer zu erlangen, sondern auch meistens recht unsicher, wegen der Nähe zur Sonne. Nur wenn er zur Zeit der Conjunction, in welche ja auch die Zeit der grössten Erdnähe fällt, so steht, dass er sich auf die Sonnenscheibe projicirt, ist eine sicherere relative Messung der gegenseitigen Stellung möglich. Diese steht dann aber nur unter der Wirkung der Differenz der Parallaxen, gestattet also nur die Bestimmung des 0·93fachen Betrages der Sonnenparallaxe. Da sich nun auch in der relativen Ortsbestimmung eine sehr grosse Genauigkeit in diesem Falle nicht erzielen lässt, so bietet der Mercur kein geeignetes Mittel zur Lösung der Aufgabe. Die mittlere Entfernung der Venus von der Erde zur Zeit der Conjunction ist = 0·277, die Parallaxe der Venus also gleich dem 3·61fachen der Sonnenparallaxe. Findet gleichzeitig ein Vorübergang vor der Sonnenscheibe statt, so tritt in den Beobachtungen der 2·61fache Betrag der Sonnenparallaxe zu Tage. Diese Erscheinungen müssen daher für die Bestimmung von grösster Wichtigkeit sein, wie zuerst HALLEY zeigte. Sie ereignen sich aber nur in Intervallen von abwechselnd 130 oder 113 Jahren, treten dann aber stets paarweise im Abstande von 8 Jahren ein. Mars nähert sich zur Zeit der Opposition der Erde im günstigsten Falle bis auf 0·365 Erdbahnradien, er bietet also, da auch die Beobachtungsverhältnisse günstige sind, gleichfalls ein sehr geeignetes Mittel. Die Entfernung der kleinen Planeten kann bei einzelnen bis auf 0·8 herabgehen. Da ihre Beobachtung die denkbar grösste Genauigkeit zu erzielen gestattet, ist es möglich, auch sie mit Vortheil zu verwenden. Des erst im August dieses Jahres entdeckten Planeten 1898 DQ, der der Erde noch näher kommt als Mars und für die Aufgabe der Bestimmung der Sonnenparallaxe ganz neue Gesichtspunkte eröffnet, kann hier nur kurz gedacht werden.

Die Bestimmung der Parallaxe eines Gestirns durch einen einzelnen Beobachter erfordert die mikrometrische Messung des parallactischen Ortes des Gestirnes gegen einen oder mehrere Fixsterne zu zwei möglichst verschiedenen Werthen des parallactischen Faktors entsprechenden Zeitpunkten. Die Beobachtung bezieht sich auf die Rectascensionsdifferenz oder auf die Deklinationsdifferenz oder auf Positionswinkel und Distanz.

Für die Anwendung der beiden ersteren Methoden hat man zwei Sterne auszusuchen, die den Planeten möglichst symmetrisch umschliessen und ihm so nahe stehen, dass man alle drei Objecte ohne eine Verstellung des Fernrohres beim Passiren des Gesichtsfeldes beobachten kann. Wählt man die Rectascension zum Gegenstande der Beobachtung, so liefert jeder Durchgang drei Gleichungen in folgender Art

für den ersten Stern $\alpha_1 = t_1 + s + \varphi(\delta_1, s)$
„ „ Planeten $\alpha = t + s + \varphi(\delta, s) - p_\alpha \cdot \pi$
„ „ zweiten Stern $\alpha_2 = t_2 + s + \varphi(\delta_2, s)$,

worin α die Rectascension, t die Durchgangszeit, s den Stundenwinkel des Fernrohres, p_α den parallactischen Coëfficienten bedeutet und φ eine vom Stunden-

winkel und der Deklination abhängige Function ist, welche den Einfluss der Aufstellungsfehler des Instrumentes und der Refraction auf den Stundenwinkel angiebt. Wenn wir unter α_0, t_0 das Mittel der Rectascensionen, bezw. der Durchgangszeiten der beiden Sterne verstehen, so erhalten wir die Bedingungsgleichung

$$\alpha - \alpha_0 = t - t_0 - \tfrac{1}{2}[\varphi(\delta_1, s) + \varphi(\delta_2, s)] + \varphi(\delta, s) - p_\alpha \pi.$$

Die wegen der Aufstellungsfehler und Refraction anzubringende Correction lässt sich darstellen als eine Function der Deklinationsdifferenz $\frac{1}{2}(\delta_1 + \delta_2) - \delta$. Man hat sie zu berechnen nach den in dem Artikel »Mikrometermessungen« gegebenen Vorschriften, kann aber auch ihre Abhängigkeit vom Stundenwinkel aus den erhaltenen Gleichungen selbst ableiten; der Betrag dieser Correction sei Δ. Hat man nun zwei Beobachtungen in verschiedenen Stundenwinkeln angestellt und bezeichnet die der zweiten Beobachtung angehörigen Grössen durch einen hinzugefügten Strich, so setzt man

$$\alpha' - \alpha = (t' - t)\frac{d\alpha}{dt} + \tfrac{1}{2}(t' - t)^2 \frac{d^2\alpha}{dt^2} + \ldots,$$

wo

$$\frac{d\alpha}{dt}, \quad \frac{d^2\alpha}{dt^2} \ldots$$

die Differentialquotienten der Rectascension sind. Die Aenderung der scheinbaren Rectascension des Sternes sei noch $d\alpha^*$, dann wird

$$(t' - t)\frac{d\alpha}{dt} + \tfrac{1}{2}(t' - t)^2 \frac{d^2\alpha}{dt^2} - d\alpha^* = (t' - t_0') - (t - t_0) + (\Delta - \Delta') + (p_\alpha - p_\alpha')\pi.$$

In dieser Gleichung sind alle Grössen durch die Beobachtung oder die Ephemeride bekannt, sie kann also zur Bestimmung von π dienen.

In ganz analoger Weise wären die Beobachtungen der Deklinationsdifferenzen zu behandeln, nur dass man hier auf die Aufstellungsfehler keine Rücksicht zu nehmen hat, weil dieselben die Messung der Deklinationsdifferenzen nicht entstellen, wenn sie so klein sind, dass ihre Quadrate und Produkte zu vernachlässigen sind.

Die Ausdrücke der parallactischen Coëfficienten sind nach pag. 319

$$p_\alpha = -\rho \cos\varphi' \sec\delta \sin(\Theta - \alpha) \qquad p_\delta = \rho \cos\varphi' \sin\delta \cos(\Theta - \alpha) - \rho \sin\varphi' \cos\delta.$$

Da der zweite Theil des Ausdrucks von p_δ constant ist, so sehen wir, dass es für eine vortheilhafte Anwendung beider Methoden nothwendig ist, dass φ' klein, der Beobachtungsort also in der Nähe des Aequators liege. Da δ natürlicher Weise stets verhältnissmässig klein ist, so wird p_α zwischen Grenzen schwanken, die nahe bei $+1$ und -1 liegen; p_δ dagegen schwankt wegen der Kleinheit von $\sin\delta$ immer nur zwischen engen Grenzen, so dass sich Deklinationsdifferenzen bei Beobachtung an einem einzigen Ort nicht zur Ermittelung der Parallaxe eignen.

Für die Anwendung der Methode der Rectascensionsdifferenzen ist es vor allem nothwendig, dass man im Besitze einer guten Uhr ist und dass man über eine etwa vorhandene tägliche Periode im Gange derselben unterrichtet ist, weil diese die zu ganz verschiedenen Tageszeiten, Morgens und Abends, gemessenen Rectascensionsdifferenzen in verschiedener Weise beeinflussen müsste und aus dem Resultate nicht zu eliminiren ist. Die erste Anwendung der Methode führte Cassini aus am Mars; er erhielt ein für damalige Zeit recht befriedigendes Resultat. In unserer Zeit ist die Methode besonders wieder durch

Airy empfohlen und im Jahre 1878 hat Maxwell Hall[1]) sie von neuem auf den Mars angewandt.

Benutzt man zur Bestimmung des relativen Ortes des Planeten die Messung durch Positionswinkel und Distanz, so empfiehlt sich der Gebrauch eines Heliometers, einmal der grösseren Genauigkeit wegen, dann aber auch wegen der Möglichkeit, grössere Entfernungen sicher zu messen, wodurch die Anzahl der Vergleichsterne sich wesentlich reducirt. Als Resultat der Messung können wir in dem sphärischen Dreieck zwischen dem Pol, dem Stern und dem Planeten betrachten die Länge Δ der Seite Stern-Planet und das Mittel der beiden dieser Seite anliegenden Winkel p_0. Nennen wir A, D die Coordinaten des Planeten, α, δ diejenigen des Sternes, so bestehen zwischen den scheinbaren aus der Ephemeride mit der angenommenen Parallaxe berechneten Grössen die Relationen

$$\sin \tfrac{1}{2}\Delta' \cos p_0' = \cos \tfrac{1}{2}(A' - \alpha) \sin \tfrac{1}{2}(D' - \delta) = \mu'$$
$$\sin \tfrac{1}{2}\Delta' \sin p_0' = \sin \tfrac{1}{2}(A' - \alpha) \cos \tfrac{1}{2}(D' + \delta) = \nu'.$$

Durch Differentiation und Trennung der Differentiale erhalten wir daraus, wenn wir zunächst A und D als fehlerfrei annehmen

$$\sin \tfrac{1}{2}\Delta' dp_0' = -\sin p_0' d\mu' + \cos p_0' d\nu'$$
$$\cos \tfrac{1}{2}\Delta' d\frac{\Delta'}{2} = \cos p_0' d\mu' + \sin p_0' d\nu'.$$

Führen wir nun die geocentrischen Grössen ein, so haben wir

$$\mu' = \cos \tfrac{1}{2}(A-\alpha) \sin \tfrac{1}{2}(D-\delta) - \sin \tfrac{1}{2}(A-\alpha) \sin \tfrac{1}{2}(D-\delta)\frac{dA}{2} + \cos \tfrac{1}{2}(A-\alpha) \cos \tfrac{1}{2}(D-\delta)\frac{dD}{2}.$$

Auf der rechten Seite ist der erste Ausdruck der Werth, den μ' im Erdmittelpunkte annimmt $= \mu$, die beiden anderen geben den Einfluss der parallactischen Aenderung der Coordinaten auf μ an, oder wenn wir annehmen, dass wir nicht die volle Parallaxe, sondern nur eine Correction eines angenommenen nahe richtigen Werthes derselben suchen, den Einfluss dieser Correction. Wir schreiben also

$$\mu' = \mu + f(A, D)\pi,$$

und können nun wegen der Kleinheit von $d\pi$ $f(A, D)$ als von $d\pi$ unabhängig ansehen und erhalten

$$d\mu' = f(A, D)d\pi = \frac{\mu' - \mu}{\pi} d\pi$$

ebenso

$$d\nu' = \frac{\nu' - \nu}{\pi} d\pi$$

und damit

$$\sin \tfrac{1}{2}\Delta' dp_0' = \{-\sin p_0'(\mu' - \mu) + \cos p_0'(\nu' - \nu)\}\frac{d\pi}{\pi}$$
$$\cos \tfrac{1}{2}\Delta' d\Delta' = 2\{\cos p_0'(\mu' - \mu) + \sin p_0'(\nu' - \nu)\}\frac{d\pi}{\pi}.$$

Zur Ermittelung der Abhängigkeit der Grössen Δ' und p_0' von den Correctionen dA und dD der geocentrischen Coordinaten des Planeten benutzen wir die Näherungswerthe

$$\Delta' \cos p_0' = D' - \delta \qquad \Delta' \sin p_0' = (A' - \alpha) \cos \tfrac{1}{2}(\delta + D'),$$

welche, wenn Δ', wie wir voraussetzen, nicht grösser als etwa 2° ist, und die gesuchten Correctionen dA dD klein genug sind, um die Berechnung der Coeffi-

[1]) Memoirs of the roy. astr. Soc. Vol. XXXXIV.

cienten 4 stellig ausführen zu dürfen, mit den strengen völlig übereinstimmende Werthe geben. Wir erhalten dann

$$-\Delta' \sin p' dp + \cos p' d\Delta = dD$$

$$\Delta' \cos p' dp + \sin p' d\Delta = \cos \frac{\delta + D'}{2} dA - \sin \frac{\delta + D'}{2} \frac{A' - \alpha}{2} dD$$

$$\Delta' dp' = -\sin p' \left(1 + \frac{\Delta'}{2} \operatorname{tang} \frac{\delta + D'}{2} \cos p'\right) dD + \cos p' \cos \frac{\delta + D'}{2} dA$$

$$d\Delta = \cos p' \left(1 - \frac{\Delta'}{2} \operatorname{tang} \frac{\delta + D'}{2} \sin p' \operatorname{tang} p'\right) dD + \sin p' \cos \frac{d + D'}{2} dA.$$

Die vollständigen Bedingungsgleichungen lauten also:

$$\Delta = \Delta' + 2 \frac{\cos p' (\mu' - \mu) + \sin p' (\nu' - \nu)}{\cos \frac{1}{2} \Delta'} \frac{d\pi}{\pi} + \sin p' \cos \frac{\delta + D'}{2} dA +$$
$$+ \cos p' \left[1 - \frac{\Delta'}{2} \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}(\delta + D') \sin p' \operatorname{tang} p'\right] dD$$

$$p_0 = p_0' - \frac{\sin p' (\mu' - \mu) - \cos p' (\nu' - \nu)}{\sin \frac{1}{2} \Delta'} \frac{d\pi}{\pi} + \cos p' \cos \frac{\delta + D'}{2} \frac{dA}{\Delta'} +$$
$$- \sin p' \left[1 + \frac{\Delta'}{2} \operatorname{tang} \tfrac{1}{2}(\delta + D') \cos p'\right] \frac{dD}{\Delta'}.$$

Unter dA und dD sind hier streng genommen die Correctionen $d(A - \alpha)$ $d(D - \delta)$ zu verstehen. Die Trennung der beiden Correctionen ist aber nur durchführbar, wenn die Vergleichung mit mehreren Sternen ausgeführt ist und wenn man annehmen kann, dass die $d\alpha$, $d\delta$ von Stern zu Stern wechseln und keinen systematischen Charakter haben. Führen wir weiter eine Reihe von Vergleichungen des Planeten mit einem Sterne aus und stellen die Bedingungsgleichungen auf, so müssen wir bei der Auflösung annehmen, dass dA und dD — die Correctionen der Ephemeride des Planeten — constant sind; anderenfalls müssten wir für diese Grössen einen die Zeit enthaltenden Ausdruck $dA + (t - t_0) d^2 A + \ldots$ einführen.

Angewandt ist diese Methode zuerst im Jahre 1874; damals schlossen die deutschen Astronomen die Venus an nahestehende Fixsterne an, während Gill auf Mauritius sie an Juno versuchte. Im Jahre 1877 beobachtete Gill nach derselben Methode den Mars auf Ascension, und das erhaltene Resultat zählt zu den sichersten, die durch Beobachtungen erlangt sind (vergl. Memoirs of the Royal astronomical Society, Vol. XLVI).

Für die Anwendung der besprochenen Methoden eignet sich die Venus nicht, weil wegen der Schnelligkeit ihrer Bewegung die Zahl der Sterne zu gross sein müsste und die Voraussetzung der Constanz der Tafelfehler jedenfalls nicht erlaubt wäre. Man müsste also durch sonstige Beobachtungen die Ephemeride controlliren. Auch die die Beobachtungen erschwerende und unsicher machende Nähe der Venus zur Sonne ist hinderlich. Nur in einem Falle treten diese Uebelstände verhältnissmässig zurück. Wenn nämlich die Venus in die Nähe der Umkehrpunkte in ihrem scheinbaren Laufe kommt, wo ihre mittlere Entfernung = 0·34, ihre Parallaxe also das dreifache der Sonnenparallaxe ist, lässt sich die Correction der Ephemeride leichter aus Meridianbeobachtungen entnehmen. Die Verhältnisse sind um so günstiger, je näher die Stillstände in den beiden Coordinaten an einander liegen. Ein Versuch, auf diesem Wege die Sonnenparallaxe zu ermitteln, ist in den Jahren 1847—50 durch eine unter Gilliss Leitung stehende Expedition nach Chili ausgeführt. Der Erfolg entsprach aber nicht den Erwartungen.

Zur Bestimmung der Sonnenparallaxe aus Beobachtungen an verschiedenen Stationen kann man die bisher besprochenen Methoden gleichfalls verwenden. Wegen der Schwierigkeit der Bestimmung genauer Längendifferenzen hat man sich aber bisher darauf beschränkt, die Stationen in einer zur Bewegungsrichtung des Planeten senkrechten Zone auszuwählen, so dass im wesentlichen nur die Parallaxe in der Richtung der Deklination zur Geltung kam. Von der Methode der Rectascensionsdifferenzen, welche 2 Stationen unter nahe gleicher Polhöhe erfordert, deren eine den Planeten in grossem westlichen, die andere in grossem östlichen Stundenwinkel gleichzeitig sieht, ist bisher eine Anwendung noch nicht gemacht. Die Methode der Deklinationsdifferenzen ist dagegen, seit Galle ihre grossen Vorzüge und die zu erwartende Sicherheit des Resultates bei ihrer Anwendung auf die kleinen Planeten hervorgehoben, verschiedentlich angewandt[1]) und erscheint durchaus geeignet, zu sicheren Resultaten zu führen. Auf Gill's Anregung ist in der letzten Zeit auch die Methode der heliometrischen Bestimmung der Parallaxe durch Anschluss kleiner Planeten an benachbarte Sterne häufiger angewandt. Es haben sich nach den von Gill ausgearbeiteten Programmen an der Messung die Sternwarte am Cap und mehrere der mit Heliometern ausgerüsteten nördlichen Sternwarten betheiligt, nämlich die Sternwarten am Yale College, in Göttingen, Bamberg und Leipzig.

Die Resultate der in den Jahren 1888 und 1889 ausgeführten Beobachtungen liegen zur Zeit noch nicht in definitiver Form vor[2]), doch ist über dieselben im Bulletin astronomique XIII, pag. 319 ein Bericht gegeben, aus dem die Ueberlegenheit der Methode über alle anderen rein trigonometrischen aus der vorzüglichen inneren Uebereinstimmung der Beobachtungsergebnisse und der Kleinheit des wahrscheinlichen Fehlers des Endresultates überzeugend hervorgeht. Aus den drei bei den Beobachtungen benutzten Planeten folgten die Einzelwerthe der Sonnenparallaxe:

Aus Beobachtungen der Victoria	$\pi = 8''\cdot8013$	*w. F.* $\pm 0''\cdot0061$
„ „ „ Sappho	$8''\cdot7981$	$\pm 0''\cdot0114$
„ „ „ Iris	$8''\cdot8120$	$\pm 0''\cdot0090$

und aus der Zusammenfassung aller Beobachtungen

$$\pi = 8''\cdot8036 \quad w.\ F.\ \pm 0''\cdot0046.$$

Als Beweis, dass bei richtiger Anordnung der Beobachtungen das Resultat frei ist von systematischen Fehlern sowohl instrumenteller als auch persönlicher Natur, können die folgenden Thatsachen dienen. Die Beobachtungen der Victoria am Cap ergeben für sich allein behandelt nach der pag. 329 auseinander gesetzten Methode $\pi = 8''\cdot8014$ *w. F.* $\pm 0''\cdot0108$, also einen mit dem aus der Gesammtheit aller Beobachtungen an den 5 Stationen vollkommen identischen Werth. Die Sappho Beobachtungen sind zur Ableitung der folgenden 4 Einzelwerthe combinirt:

Aus Beobachtungen am Cap und am Yale College	$\pi = 8''\cdot797$	*w. F.* $\pm 0''\cdot020$
„ „ „ „ „ in Leipzig	$8''\cdot798$	$\pm 0''\cdot027$
„ „ „ „ „ „ Göttingen	$8''\cdot834$	$\pm 0''\cdot031$
„ „ „ „ „ „ Bamberg	$8''\cdot725$	$\pm 0''\cdot056$

---

[1]) J. G. Galle: Ueber eine Bestimmung der Sonnenparallaxe aus correspondirenden Beobachtungen des Planeten Flora. Breslau 1875.

[2]) Während des Druckes dieses Bandes ist die Veröffentlichung der definitiven Resultate in den Annals of the Cape Observatory erfolgt.

Es entsprechen also offenbar die berechneten π. F. vollkommen den der Methode innewohnenden Unsicherheiten. Als einzige aus den Beobachtungen nicht eliminirte und auch nicht zu eliminirende Fehlerquelle betrachtet GILL einen möglichen Unterschied in der Brechbarkeit des Lichtes des Planeten und des Sternes, welcher bei einer verschiedenen Färbung der beiden Objekte eintreten würde. Auf diese Fehlerquelle hatte GILL zuerst aufmerksam gemacht bei der Diskussion der oben erwähnten Marsbeobachtungen (Mem. of the R. A. Soc. XLVI, pag. 161), und gezeigt, dass, weil das rothe Licht des Mars eine geringere Brechbarkeit besitzt als das der Sterne und weil bei der nahen Gleichheit der Coefficienten der Refraction und der Parallaxe eine Elimination dieses Einflusses nicht möglich ist, ein zu grosser Werth der Parallaxe folgen müsse. Im vorliegenden Falle liegt nur bezüglich der Iris ein schwacher Verdacht einer ähnlichen Störung vor. NEWCOMB findet (Fundamental constants of Astronomy, pag. 165), dass die Refraction für Lichtstrahlen der Wellenlänge D (gelb) und E (grün) bei 45° Höhe um 0''·11 verschieden ist und schliesst daraus, dass ein systematischer Fehler von 0''·02 bis 0''·03 in der durch die Vergleichung kleiner Planeten mit Sternen berechneten Parallaxe durch vollkommen zulässige Färbung des Lichtes des Planeten entstehen könne. Die Abweichung der aus den Iris-Beobachtungen berechneten Sonnenparallaxe von den übrigen Werthen derselben Grösse liegt aber noch ganz innerhalb des zulässigen, aus den zufälligen Beobachtungsfehlern allein hervorgehenden wahrscheinlichen Fehlers, so dass aus diesen Beobachtungen noch nicht entschieden werden kann, ob die erwähnte Fehlerquelle sich merklich macht.

Da die Parallaxe in Deklination ihr Maximum erreicht im Augenblicke des Meridiandurchganges der Gestirne, so ersetzt man bei der Methode der Deklinationsdifferenzen an mehreren Stationen zweckmässig das Aequatoreal durch den Meridiankreis. Man erlangt dadurch den Vortheil, dass man in der Wahl der Vergleichsterne weniger gebunden ist, da man zwischen den Durchgängen der einzelnen Objecte das Fernrohr innerhalb engerer Grenzen verstellen und die Drehung am Kreise ablesen kann. Man wird frei von den Fehlern der Distorsion des Gesichtsfeldes und ist sicher, dass die Fehler der Aufstellung des Instrumentes, die Biegung, die Refraction etc. alle in der einfachsten Form das Resultat beeinflussen, was für die Elimination von grösster Wichtigkeit ist. Man benutzt in der Regel 4 Anhaltsterne, von denen 2 dem Planeten vorangehen, 2 ihm folgen. Sind t und t_1 die Zeiten des Meridiandurchganges für 2 Beobachtungsorte bezogen auf den Meridian der Ephemeride, $\Delta\delta$ und $\Delta\delta_1$, die beobachteten Deklinationsdifferenzen gegen das Mittel δ der Deklinationen der Anhaltsterne, und sind $\frac{dD}{dt}$, $\frac{d^2D}{dt^2}$ die für das Mittel der Beobachtungszeiten geltenden Werthe der Differentialquotienten der Deklination, so ist die Bedingungsgleichung

$$(t-t_1)\frac{dD}{dt}+\tfrac{1}{2}(t-t_1)^2\frac{d^2D}{dt^2}-(\Delta\delta-\Delta\delta_1)=\pi[\rho\sin(\varphi'-\delta-\Delta\delta)-\rho_1\sin(\varphi_1'-\delta-\Delta\delta_1)].$$

Nach dieser Methode beobachtete schon 1672 RICHER in Cajenne die Marsopposition; in der neuesten Zeit ist sie auf WINNECKE's Vorschlag bei mehreren Marsoppositionen wieder angewandt und die letzte im Jahre 1892 beobachtete Opposition, bei der man die grösste Sorgfalt anwandte und vor allem durch Benutzung eines Ocularprismas die constanten persönlichen Fehler der Einstellung zu eliminiren suchte, scheint in der That ein recht befriedigendes Resultat ergeben zu haben; doch steht eine zusammenfassende Publication zur Zeit noch

aus. Ueber frühere Anwendungen der Methode hat Newcomb in den Washington astronomical observations 1865 ausführlich berichtet.

Wir gehen nun über zur Besprechung derjenigen Methode der Bestimmung der Sonnenparallaxe, die lange Zeit als die vornehmste galt und die Astronomen, seit Halley zuerst in den Phil. Transactions 1691 ihre Vorzüge dargethan hatte, mit solch' grossen Hoffnungen erfüllte, dass sie bis in die neueste Zeit die anderen Methoden ganz und gar vernachlässigten. Es ist dies die auf die Beobachtung der Vorübergänge der Venus vor der Sonnenscheibe gegründete Methode. Als Resultat der Beobachtungen erhalten wir entweder die Zeiten der 4 Berührungen der Venus- und der Sonnenscheibe oder die Distanz der Mittelpunkte beider Scheiben, die entweder auf photographischem Wege oder durch Heliometer-Messungen gefunden wird. Zur Ermöglichung der Beobachtungen hat man sich vorher eine Ephemeride zu berechnen, aus der man den scheinbaren Positionswinkel der Verbindungslinie der Mittelpunkte für die genäherte muthmaassliche Zeit der Einstellung entnimmt. In dieser Richtung misst man dann die Entfernung der Ränder der beiden Scheiben. Nennen wir Δ' die Entfernung der Mittelpunkte, R' den Sonnen-, r' den Venusradius, so ergiebt also die Beobachtung die Grösse $R' \pm r' \pm \Delta'$. $R' + \Delta' \pm r'$ bezeichnet man als grosse Distanz, $R' - \Delta' \pm r'$ als kleine Distanz.

Im sphärischen Dreieck SVP zwischen den geocentrischen Oertern des Sonnenmittelpunktes, des Venusmittelpunktes und dem Pol des Aequators sei P der Positionswinkel der Distanz Δ im Sonnenmittelpunkte, A, D seien die Coordinaten des Sonnenmittelpunktes, a, d diejenigen des Venusmittelpunktes. Zwischen den geocentrischen Werthen dieser Grössen bestehen die Beziehungen

$$\begin{aligned}\mu &= \sin\Delta \sin P = \cos d \sin(a - A)\\ \nu &= \sin\Delta \cos P = \sin d \cos D - \cos d \sin D \cos(a - A).\end{aligned} \qquad \text{(A. 374.)}$$

Da Δ nie grösser werden kann als 18', begehen wir, wenn wir $\sin\Delta$ vertauschen mit $\Delta \sin 1''$, einen Fehler, der höchstens 0''·005 ausmachen kann und vernachlässigt werden darf. Sind $\Delta\mu$ und $\Delta\nu$ die Aenderungen, welche die Parallaxe auf die Werthe μ und ν ausübt, so ist also

$$\Delta' \sin P' - \Delta \sin P = \Delta\mu \qquad \Delta' \cos P' - \Delta \cos P = \Delta\nu$$

und wir erhalten

$$\Delta' \sin(P' - P) = \Delta\mu \cos P - \Delta\nu \sin P \quad \Delta' \cos(P' - P) - \Delta = \Delta\mu \sin P + \Delta\nu \cos P.$$

Setzen wir

$$(P' - P)_0 = \frac{\Delta\mu \cos P - \Delta\nu \sin P}{\Delta \sin 1''} \qquad (\Delta' - \Delta)_0 = \Delta\mu \sin P + \Delta\nu \cos P,$$

so ergiebt die Division der beiden Gleichungen und Entwickelung nach dem binomischen Lehrsatz

$$P' - P = (P' - P)_0 - \frac{1}{\Delta}(P' - P)_0 (\Delta' - \Delta)_0,$$

während aus der zweiten Gleichung folgt:

$$\Delta' - \Delta = (\Delta' - \Delta)_0 + \frac{\Delta}{2}(P' - P)^2 \sin^2 1''.$$

Die Differentiation der Ausdrücke für μ und ν und die Anwendung der im Dreieck PVS bestehenden Beziehungen führt auf folgende Werthe:

$$\Delta\cdot(P'-P)_0 = \cos d\cos p\,dA + \cos\Delta\sin P\,dD - \cos d\cos p\,da - \sin p\,dd$$
$$\sec\Delta(\Delta'-\Delta)_0 = -\cos D\sin P\,dA - \cos P\,dD + \cos d\sin p\,da - \cos p\,dd.$$

Durch Anwendung der Formeln auf pag. 319 erhalten wir für die parallactischen Aenderungen der Coordinaten, wenn wir durch $\pi_{\odot}$ die Aequatorealhorizontalparallaxe der Sonne durch π diejenige der Venus bezeichnen, die Werthe

$$dA = \pi_{\odot}\rho\cos\varphi'\sec D\sin(A-\theta)$$
$$dD = \pi_{\odot}\rho\cos\varphi'\sin D\cos(A-\theta) - \pi_{\odot}\rho\sin\varphi'\cos D$$
$$da = \pi\rho\cos\varphi'\sec d\sin(a-\theta)$$
$$dd = \pi\rho\cos\varphi'\sin d\cos(a-\theta) - \pi\rho\sin\varphi'\cos d.$$

Führen wir in die Werthe von da und dd an Stelle von $a-\theta$ ein $(A-\theta) + (a-A)$, so erhalten wir für $(P'-P)_0$ und $(\Delta'-\Delta)_0$ Ausdrücke die sich mit Hilfe der Beziehungen zwischen den Stücken des Dreiecks PSV auf die Form bringen lassen:

$$\Delta(P'-P)_0 = -\rho\cos\varphi'\cos(A-\theta)\sin D\sin P(\pi-\pi_{\odot}\cos\Delta) + \rho\cos\varphi'\sin(A-\theta)\left\{\cos P(\pi-\pi_{\odot}\cos\Delta) + \tang D\pi_{\odot}\sin\Delta\right\} + \rho\sin\varphi'\cos D\sin P(\pi-\pi_{\odot}\cos\Delta)$$
$$\sec\Delta(\Delta'-\Delta)_0 = +\rho\cos\varphi'\cos(A-\theta)\left\{\sin D\cos P(\pi\cos\Delta-\pi_{\odot}) + \pi\cos D\sin\Delta\right\} + \rho\cos\varphi'\sin(A-\theta)\sin P(\pi\cos\Delta-\pi_{\odot}) + \rho\sin\varphi'\left\{-\cos D\cos P(\pi\cos\Delta-\pi_{\odot}) + \pi\sin\Delta\sin D\right\}.$$

In diese Gleichungen führen wir noch mit Hilfe der auf pag. 766 Bd. I gegebenen Beziehungen $(1-\alpha)\sin\varphi_1 = \rho\sin\varphi'$, $\cos\varphi_1 = \rho\cos\varphi'$ die excentrische Polhöhe ein. Sei weiter θ_0 die der Ortssternzeit θ entsprechende Sternzeit des Ephemeridenortes und $\Delta\lambda$ die östliche Länge des Beobachtungsortes, so haben wir nach Einführung von Hilfsgrössen folgendes Formelsystem:

$$\Delta\sin P = (a-A)\cos d$$
$$\Delta\cos P = (d-D) + \tfrac{1}{2}\cos d\sin D(a-A)^2\sin 1''$$
$$v\sin(V-\theta_0+A) = \frac{1}{\Delta}\left[\cos P(\pi-\pi_{\odot}\cos\Delta) + \pi_{\odot}\tang D\sin\Delta\right]$$
$$v\cos(V-\theta_0+A) = -\frac{1}{\Delta}\sin D\sin P(\pi-\pi_{\odot}\cos\Delta)$$
$$w = \frac{1}{\Delta}(1-\alpha)\cos D\sin P(\pi-\pi_{\odot}\cos\Delta)$$
$$g\sin G = \cos P(\pi\cos\Delta-\pi_{\odot}) \qquad g\cos G = \pi\sin\Delta$$
$$v'\sin(V'-\theta_0+A) = \cos\Delta\sin P(\pi\cos\Delta-\pi_{\odot})$$
$$v'\cos(V'-\theta_0+A) = \cos\Delta\, g\cos(D-G)$$
$$w' = \cos\Delta(1-\alpha)g\sin(D-G)$$
$$P'-P = [w\sin\varphi_1 + v\cos\varphi_1\cos(V+\Delta\lambda)]\left[1-\frac{w'}{\Delta}\sin\varphi_1 - \frac{v'}{\Delta}\cos\varphi_1\cos(V'+\Delta\lambda)\right]$$
$$\Delta'-\Delta = w'\sin\varphi_1 + v'\cos\varphi_1\cos(V'+\Delta\lambda) + \frac{\Delta}{2}(P'-P)^2\sin^2 1''.$$

Nach diesen von v. Oppolzer »Ueber den Venusdurchgang des Jahres 1874. Wien 1873« gegebenen Ausdrücken berechnet man Tafeln, die mit dem Argument θ_0 die Grössen Δ, P, v, w, V, v', w', V' ergeben und mit deren Hilfe man für einen beliebigen, durch seine excentrische Breite φ_1 und seine östliche Länge $\Delta\lambda$ gegebenen Ort die parallactischen Werthe Δ' und P' findet.

Die parallactische Aenderung der Radien ist schon auf pag. 830 Bd. I abgeleitet; um sie auf die gleiche Form zu bringen, sei

$$C = R\pi_{\odot} \sin 1'' \sin D(1-\alpha) \qquad c = r\pi \sin 1'' \sin d(1-\alpha)$$
$$C_1 = R\pi_{\odot} \sin 1'' \cos D \qquad c_1 = r\pi \sin 1'' \cos d$$
$$C_2 = \Theta_0 - A \qquad c_2 = \Theta_0 - a.$$

Dann ist

$$R' = R + C \sin\varphi_1 + C_1 \cos\varphi_1 \cos(C_2 + \Delta\lambda)$$
$$r' = r + c \sin\varphi_1 + c_1 \cos\varphi_1 \cos(c_2 + \Delta\lambda).$$

Aus der Ephemeride der Werthe Δ findet man durch Interpolation leicht die Zeiten T_0 der geocentrischen Berührungen, für welche $\Delta = R \pm r$ sein muss. Entnimmt man der Ephemeride ferner die der Zeiteinheit entsprechende Aenderung der Distanz $d\Delta$, so hat man für einen T_0 nahe liegenden Zeitpunkt T': $\Delta = (R \pm r) + (T' - T_0)d\Delta$. Soll nun T' die Zeit der parallactischen Berührung für einen gegebenen Beobachtungsort sein, so muss $\Delta' = R' \pm r'$ werden, und wir erhalten zur Bestimmung von T' die Gleichung

$$(T' - T_0)\, d\Delta + (\Delta' - \Delta) = (R' - R) \pm (r' - r).$$

Ist also

$$p = \frac{1}{d\Delta}(w' - C \mp c)$$

$$q \cos Q = \frac{1}{d\Delta}(v' \cos V' - C_1 \cos C_2 \mp c_1 \cos c_2)$$

$$q \sin Q = \frac{1}{d\Delta}(v' \sin V' - C_1 \sin C_2 \mp c_1 \sin c_2),$$

so wird

$$T' = T_0 - p \sin\varphi_1 - q \cos\varphi_1 \cos(Q + \Delta\lambda) - \frac{\Delta}{2} \frac{\sin^2 1''}{d\Delta}[w \sin\varphi_1 + v \cos\varphi_1 \cos(V + \Delta\lambda)]^2.$$

Im Artikel »Finsternisse«, Bd. I, pag. 828 ff., ist ein anderes Verfahren auseinandergesetzt zur Berechnung der Berührungszeiten, dessen man sich bedient, wenn man nur diese Zeiten beobachten oder zur Bestimmung der Parallaxe benutzen will, so dass man die Ephemeride der Δ nicht nöthig hat. Die dort gegebenen Formeln führen uns am einfachsten auf die Bedingungsgleichung zur Berechnung der Parallaxe. Nach dem LAGRANGE'schen Theorem ist

$$\Delta' = \Delta + (\pi_{\odot} - \pi)\rho \cos z_0$$
$$\cos z_0 = \sin\delta^* \sin\varphi' + \cos\delta^* \cos\varphi' \cos(\alpha^* - \Theta),$$

wobei α^*, δ^* die Coordinaten des Punktes W sind, der die betreffende geocentrische Distanz Δ zuletzt sieht und nach den Formeln (4), pag. 829 und (6), pag. 830 berechnet werden.

Diese Gleichungen benutzen wir zur Ermittelung des Einflusses einer Correction der Sonnenparallaxe auf die parallactische Aenderung der Distanz. Da z_0 constant ist als Zenithdistanz des Punktes W im Augenblick der geocentrischen Phase Δ, so ist

$$d(\Delta' - \Delta) = \rho \cos z_0\, d(\pi_{\odot} - \pi).$$

Setzen wir nun im Ausdruck von $\cos z_0$ für $\sin\delta^*$ und $\cos(\alpha^* - \Theta) = \cos(\alpha^* - A)\cos(A - \Theta) - \sin(\alpha^* - A)\sin(A - \Theta)$ ihre Werthe ein, so ist

$$\cos z_0 = \left[\cos\left(G + \frac{\Delta}{2}\right)\sin D + \sin\left(G + \frac{\Delta}{2}\right)\cos D \cos P\right]\sin\varphi' +$$
$$+ \cos\varphi' \cos(A - \Theta)\left[\cos\left(G + \frac{\Delta}{2}\right)\cos D - \sin\left(G + \frac{\Delta}{2}\right)\sin D \cos P\right]$$
$$- \cos\varphi' \sin(A - \Theta)\sin\left(G + \frac{\Delta}{2}\right)\sin P.$$

Weil nun $G + \frac{\Delta}{2}$ sich von 90° nur um ein Glied von der Ordnung Δ unterscheidet, können wir im Faktor von $d(\pi_{\odot} - \pi)$ setzen

$$\cos\left(G + \frac{\Delta}{2}\right) = 0 \text{ und } \sin\left(G + \frac{\Delta}{2}\right) = 1;$$

dann wird

$$d(\Delta' - \Delta) = \rho\left[\left(\sin\varphi' \cos D - \cos\varphi' \sin D \cos(A - \theta)\right) \cos P - \cos\varphi' \sin(A - \theta) \sin P\right] d(\pi_{\odot} - \pi).$$

Wir haben nun noch die Correction der Coordinaten einzuführen. Die Gleichungen

$$\sin\Delta \sin P = \cos d \sin(a - A)$$
$$\sin\Delta \cos P = \sin d \cos D - \cos d \sin D \cos(a - A),$$

deren zweite wir, weil $(a - A)$ nie grösser als 16' sein kann, schreiben können

$$\sin\Delta \cos P = \sin(d - D),$$

ergeben durch Differentiation und Elimination des dP

$$\cos\Delta\, d\Delta = \cos d \sin P\, d(a - A) + \cos P\, d(d - D).$$

Wollen wir eine Correction der Länge des Beobachtungsortes berücksichtigen und bezeichnen durch $\frac{d(a - A)}{d\theta}$ bezw. $\frac{d(d - D)}{d\theta}$ die stündlichen Aenderungen der relativen Coordinaten, so haben wir für die Correctionen die Substitutionen zu machen

$$d(a - A) + d\lambda \frac{d(a - A)}{d\theta} \qquad d(d - D) + d\lambda \frac{d(d - D)}{d\theta}.$$

Da die Ephemeride nach mittlerer Zeit als Argument gerechnet ist, θ aber Sternzeit bedeutet, müssen wir noch hierauf Rücksicht nehmen. Setzen wir λ in Zeitsecunden ausgedrückt voraus, so sei

$$w \sin W = \frac{1}{3609{\cdot}9} \cos d \frac{d(a - A)}{d\theta} \qquad w \cos W = \frac{1}{3609{\cdot}9} \frac{d(d - D)}{d\theta}.$$

Es wird dann, wenn wir $\cos\Delta = 1$ setzen:

$$d\Delta = \sin P \cos d\, d(a - A) + \cos P\, d(d - D) + d\lambda\, w \cos(W - P).$$

Fügen wir nun noch den oben bestimmten Einfluss eines Fehlers der Parallaxe hinzu unter Einführung des parallactischen Winkels η und der Zenithdistanz Z im Sonnenmittelpunkte:

$$d(\Delta' - \Delta) = \rho(\sin Z \cos\eta \cos P + \sin Z \sin\eta \sin P) d(\pi_{\odot} - \pi) = \rho \sin Z \cos(P - \eta) d(\pi_{\odot} - \pi),$$

so haben wir den vollständigen Ausdruck des Fehlers der Distanz. Neben diesem Fehler treten in den beobachteten Werthen $R' \pm r' \pm \Delta'$ nun noch die Fehler der Radien auf. Diese berücksichtigen wir, indem wir setzen $dR' = \frac{R'}{R_1} dR_1$ bezw. $dr' = \frac{r'}{r_1} dr_1$, wo R_1 und r_1 die der mittleren Entfernung entsprechenden Werthe der Radien sind; ebenso setzen wir $d(\pi_{\odot} - \pi) = \frac{\pi_{\odot} - \pi}{\pi_0} d\pi_0$, wobei π_0 die angenommene mittlere Sonnenparallaxe bedeutet und können nun die vollständigen Bedingungsgleichungen aufschreiben:

Grosse Distanz:

$$s = (R' \pm r' + \Delta') + \frac{R'}{R_1} dR_1 \pm \frac{r'}{r_1} dr_1 + \cos d \sin P\, d(a - A) + \cos P\, d(d - D) +$$
$$+ w \cos(W - P)\, d\lambda - \rho \sin Z \cos(P - \eta) \frac{\pi - \pi_{\odot}}{\pi_0} d\pi_0$$

Kleine Distanz:

$$s = (R' \pm r' - \Delta') + \frac{R'}{R_1} dR_1 \pm \frac{r'}{r_1} dr_1 - \cos d \sin P\, d(a - A) - \cos P\, d(d - D) +$$
$$- w \cos(W - P)\, d\lambda + \rho \sin Z \cos(P - \eta) \frac{\pi - \pi_\odot}{\pi_0} d\pi_0.$$

Da man am Heliometer die Messung nur genähert in der Richtung der Verbindungslinie der beiden Centren ausführen kann, weil man den Positionskreis vorher einstellen muss, so hat man vor der Vergleichung der Beobachtung mit der Rechnung die betreffende Correction anzubringen. Es sei S der Mittelpunkt der Sonnenscheibe, V der Mittelpunkt der Venusscheibe. Die Messung der grossen Distanz erfolge statt in der Richtung VA in der Richtung $V'B$ und der Winkel zwischen beiden sei Δp, die gemessene Distanz $V'B = s$, die wahre Distanz der Mittelpunkte $SV = \Delta$. Es ist

$$R^2 = s^2 + (\Delta \pm r)^2 - 2s(\Delta \pm r) \cos \Delta p$$
$$= [s - (\Delta \pm r)]^2 + 4s(\Delta \pm r) \sin^2 \tfrac{1}{2} \Delta p.$$

(A. 375.)

Nach dem binomischen Lehrsatz wird also

$$R = [s - (\Delta \pm r)] + \frac{2s(\Delta \pm r) \sin^2 \frac{1}{2} \Delta p}{s - (\Delta \pm r)} \cdot \cdot \cdot \cdot$$

$R + (\Delta \pm r)$ ist $= AV' = s_0$, im zweiten Glied setzen wir für den Nenner seinen Näherungswerth R und erhalten die gesuchte Correction

$$s_0 - s = \tfrac{1}{2} \frac{s}{R} (\Delta \pm r) \sin^2 \Delta p \qquad \text{für die grosse Distanz.}$$

Ebenso wird

$$s_0 - s = -\tfrac{1}{2} \frac{s}{R} (\Delta \pm r) \sin^2 \Delta p \qquad \text{für die kleine Distanz.}$$

Die Beobachtungen der Berührung der beiden Scheiben können wir auffassen, als eine Messung der grossen Distanz. Im Augenblicke der beobachteten Berührung ist der Abstand der Ränder $= 2(R' + dR') \pm 2(r' + dr')$. Setzen wir dieses als »beobachtete Distanz« in die frühere Bedingungsgleichung ein, so nimmt sie die Gestalt an

$$(R' \pm r') + \frac{R'}{R_1} dR_1 \pm \frac{r'}{r_1} dr_1 = \Delta' + \cos d \sin P d(a - A) + \cos P d(d - D) +$$
$$+ w \cos(W - P)\, d\lambda - \rho \sin Z \cos(P - \eta) \frac{\pi - \pi_\odot}{\pi_0} d\pi_0.$$

Δ' ist die mit den angenommenen Werthen der Radien, der Coordinaten und der Parallaxe berechnete Distanz der Mittelpunkte. Wären die Annahmen fehlerfrei, so müsste im Augenblick der Berührung $\Delta' = (R' \pm r')$ sein, also ist $(R' \pm r') - \Delta'$ der Fehler der berechneten Distanz. $w \cos(W - P)$ ist die Aenderung der Distanz in einer Zeitsecunde. Folglich erhalten wir durch $\frac{(R' \pm r') - \Delta'}{w \cos(W - P)}$ die in Zeitsecunden ausgedrückte Zeit, die nöthig ist, damit die berechnete Distanz übergehe in die beobachtete Distanz zur Zeit der Ränderberührung. Ist also wieder T die Zeit der Berührung nach der Ephemeride, T' die beobachtete Zeit, so lautet die Bedingungsgleichung

$$T' - T = \frac{\sin P}{w \cos(W - P)} \cos d\, d(a - A) + \frac{\cos P}{w \cos(W - P)} d(d - D) + \frac{1}{w \cos(W - P)} \left(\frac{R'}{R_1} dR_1 + \right.$$
$$\left. \pm \frac{r'}{r_1} dr_1 \right) + \rho \sin Z \frac{\cos(P - \eta)}{w \cos(W - P)} \frac{\pi - \pi_\odot}{\pi_0} d\pi_0 + d\lambda.$$

Mit dem Fehler $d\lambda$ vermischt sich in der Gleichung der in der Beobachtung der Berührung begangene Fehler. Es geht daraus hervor, dass es für die Anwendung dieser Methode durchaus nothwendig ist, die Länge auf direktem Wege mit möglichst grosser Genauigkeit zu bestimmen. Sind aber auf einer Station beide Berührungen beobachtet, so erhalten wir durch Subtraktion der beiden Bedingungsgleichungen eine neue Gleichung, die nun die Correction der Länge nicht mehr enthält. Dies letztere Verfahren entspricht der von HALLEY vorgeschlagenen Methode. Da nun die Venus einen dem Sonnendurchmesser gleichen Bogen in etwa 8 Stunden zur Zeit der Conjunction beschreibt, die beiden Berührungen also in der Regel noch weniger auseinander liegen werden, so kann die Zenithdistanz der Sonne, die im Faktor von $d\pi_0$ vorkommt, nur innerhalb bestimmter Grenzen liegen und es ist nicht möglich, für Stationen in mässigen Breiten für Ein- und Austritt günstige Werthe des Coëfficienten zu erzielen. Nur wenn man sich in höhere Breiten begiebt, kann man es erreichen, dass Z bei beiden Berührungen gross ist. Der Vortheil wird aber dadurch illusorisch gemacht, dass an den hiernach günstig gelegenen Orten, an denen also der Tagebogen der Sonne höchstens $= 8^h$ sein wird, nothwendiger Weise die schlechteste Jahreszeit ist, so dass man Gefahr läuft nichts zu bekommen. Nach DELISLE's Vorschlag beobachten deshalb zwei Gruppen von Beobachtern, die eine den Eintritt, die andere den Austritt jedesmal bei tiefem Sonnenstande. Man kann dann die Stationen in den günstigeren Theilen der Erdoberfläche aufsuchen.

Was nun die bisherigen Anwendungen der Beobachtungen der Venusdurchgänge betrifft, so sind deren 5 vorhanden. Der erste im Jahre 1639 wurde nur von einem Beobachter, HORROX zu Hool bei Liverpool, gesehen, und es liegen keine zuverlässigen Messungen vor. Bei den beiden Durchgängen von 1761 und 1769 wurde eine grosse Zahl von Beobachtungen der Berührungen gesammelt; aus diesen leitete ENCKE den bis vor wenig Jahrzehnten als der Wahrheit sehr nahe liegend angesehenen Werth $\pi_0 = 8''\cdot57$ ab. Die Durchgänge der Jahre 1874 und 1882 sind noch weit sorgfältiger nach beiden Methoden beobachtet. Das Resultat aus den Ränderberührungen ist nach NEWCOMB (l. c. pag. 145) $\pi_0 = 8''\cdot80$. Die Distanzmessungen ergeben den grösseren Werth $8''\cdot86$; sie sind mit dem kleineren Werthe, um den alle übrigen Bestimmungen sich gut gruppiren, nicht vereinbar, und NEWCOMB vermuthet daher, dass hier noch ein nicht berücksichtigter systematischer Fehler einwirke.

Ebenso wie man die Bedeckungen der Fixsterne durch den Mond verwendet zur Bestimmung der Mondparallaxe, kann man die analogen Beobachtungen an den Planeten benutzen zur Ermittelung der Sonnenparallaxe. Es ist dieses zuerst von WINNECKE vorgeschlagen, der im Jahre 1881 eine Erscheinung dieser Art, eine Bedeckung eines Sternes durch die Venus, beobachtete. Leider ist es aber bei der grossen Seltenheit solcher Erscheinungen jedenfalls sehr schwer, das nöthige Beobachtungsmaterial zu sammeln, und es kann zur Zeit dieser Methode, die wir zu den besten zählen müssen, eine praktische Bedeutung nicht beigelegt werden.

Neben den bisher besprochenen Methoden der Bestimmung der Sonnenparallaxe durch direkte Beobachtungen giebt es nun noch eine ganze Reihe anderer Methoden, diese wichtige Constante zu berechnen. Zunächst ist hier diejenige Methode zu erwähnen, die HANSEN zur Berechnung der Mondparallaxe anwandte. Zwischen der Sonnenparallaxe π_0, dem äquatorealen Erdradius a, einer aus der Länge des einfachen Secundenpendels berechneten Grösse P (vergl. pag. 326), den Massen S und E von Sonne und Erde und der Umlaufszeit T der

Erde, besteht ganz analog der auf pag. 326 für den Mond abgeleiteten Gleichung die Beziehung

$$sin^3 \pi_0 = \frac{S}{S+E} \cdot \frac{a}{l'} \frac{4}{T^2}$$

oder wenn wir $\frac{S}{E} = \mu$ setzen

$$\pi_0^3 (1+\mu) = \frac{a}{l'} \frac{4}{T^2} \frac{1}{sin^3 1''}.$$

Alle Grössen rechts werden uns durch Beobachtungen auf der Erdoberfläche bekannt. Setzen wir ihre bekannten Werthe ein, so wird

$$\pi_0^3 (1+\mu) = N \log 8{\cdot}35493.$$

Wenn wir also die Erdmasse entnehmen aus der Planetentheorie, so finden wir durch diese Relation direkt π_0. Newcomb leitet auf diesem Wege (l. c. pag. 123) ab $\pi_0 = 8''{\cdot}76$.

Ein weiteres Mittel zur Bestimmung der Sonnenparallaxe bietet uns der Mond. Die störende Wirkung der Sonne in seiner Bewegung hängt ab von der Stellung der 3 Körper und wird daher entwickelt nach Potenzen des Verhältnisses der halben grossen Axen der Bahnen oder auch der Parallaxen von Sonne und Mond; die betreffenden Glieder haben die Form: $w \frac{a}{a'} sin\, x$, wo w ein von der Gestalt und Lage der Bahnen abhängiger Coëfficient, a die mittlere Entfernung des Mondes, a' diejenige der Sonne von der Erde und x das aus den mittleren Längen der Gestirne, der Knotenlänge der Mondbahn und den vielfachen dieser Winkel zusammengesetzte Argument ist. Man kann nun entweder, dies ist der Hansen'sche Weg, unter Zugrundelegung eines bestimmten Werthes von $\frac{a}{a'}$ alle diese Störungsglieder numerisch berechnen und addiren. Vergleicht man dann die Beobachtungen mit der so entstandenen Mondtafel und findet einen Unterschied, der diesen Gliedern zur Last zu legen ist, so kann derselbe nur dadurch entstanden sein, dass der angenommene Werth $\frac{a}{a'}$, der gemeinsamer Faktor ist, nicht richtig war. Das Verhältniss der beobachteten Störung zum berechneten Werthe ist dann also auch das Verhältniss des wahren Werthes von $\frac{a}{a'}$ zum angenommenen. In der Mondtheorie von Plana und Damoiseau und am vollständigsten in der Delaunay'schen Theorie ist die analytische Entwickelung der Störungsglieder ganz durchgeführt, so dass wir nur die Werthe der Constanten einzuführen haben, um die numerischen Werthe der einzelnen Glieder zu erhalten. Das grösste der hier in Betracht kommenden Glieder, die sogen. parallactische Gleichung, hat bei Delaunay den Ausdruck:

$$-\frac{1}{sin\, 1''} F \frac{a}{a'} sin \text{ (Mittlere Distanz Mond — Sonne).}$$

Hierin ist F eine nach Potenzen des Verhältnisses m der mittleren Bewegungen von Sonne und Mond fortschreitende Reihe, deren Coëfficienten Functionen der Excentricitäten der Mond- und Erdbahn und einer von der Neigung der Mondbahn abhängigen kleinen Grösse γ, die sich mit grosser Genauigkeit aus den Breitenstörungen bestimmt, sind. Den numerischen Werth von F dürfen wir als völlig bekannt ansehen; nach Delaunay's Theorie ist $F = 0{\cdot}24123$. In dem obigen Ausdruck bedeutet ferner a' die mittlere Ent-

fernung der Erde von der Sonne $= \frac{1}{\sin \pi_0}$, während a mit der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde zusammenhängt; ist nämlich P die Constante der Mondparallaxe, e' die Excentricität der Erdbahn, so ist

$$\sin P = \frac{1}{a}\left[1 + \left(\tfrac{1}{6} + \tfrac{1}{4} e'^2\right) m^2 - \tfrac{179}{288} m^4 - \tfrac{97}{48} m^5\right] = \frac{1}{a}\, 1{\cdot}0009087.$$

Nach einem von HANSEN aufgestellten und bewiesenen Satze haben wir nun, um Rücksicht zu nehmen auf die vom Monde in der Bewegung der Erde hervorgerufenen Störungen, noch den Faktor $\frac{1-\mu}{1+\mu}$ hinzuzufügen, wenn μ das Verhältniss der Mond- zur Erdmasse $= \frac{1}{81{\cdot}5}$ ist. Der vollständige Coëfficient ist also

$$-\,0{\cdot}24123 \times 1{\cdot}0009087\,\frac{\pi_0}{\sin P}\cdot\frac{1-\mu}{1+\mu} = 14{\cdot}198\,\pi_0.$$

Wenn wir nun den Beobachtungen den wahren Werth dieses Coefficienten entnehmen, nach NEWCOMB 124''·66, so erhalten wir für π_0 den Werth

$$\pi_0 = \frac{124''{\cdot}66}{14{\cdot}198} = 8''{\cdot}780.$$

Ein Fehler von 0''·1 in der den Beobachtungen zu entnehmenden Grösse erzeugt im Resultat nur einen Fehler von 0''·007. Hieraus erkennt man sofort den grossen Werth dieser Methode. Die Bestimmung des Coëfficienten durch die Beobachtungen hat nun allerdings ihre Schwierigkeiten. Das Maximum der Störung tritt ein, wenn der Mond 90° von der Sonne absteht, also zur Zeit des Viertelmondes. Dann erfolgen die Culminationen in der Dämmerung und sind systematischen Fehlern in hohem Grade ausgesetzt. Zur Vermeidung solcher Fehler ist in neuester Zeit statt der Beobachtung des Mondrandes die eines kleinen Kraters auf der Mondoberfläche oder die Verwendung von Sternbedeckungen vorgeschlagen.

Auch in der Bewegung der Erde giebt es natürlicher Weise Störungsglieder, welche vom Verhältniss $\frac{a}{a'}$ abhängen und zur Bestimmung der Sonnenparallaxe dienen können. Der Ausdruck des betreffenden Gliedes für die Länge der Sonne ist

$$d\lambda_{\odot} = \frac{\mu}{1+\mu}\,\frac{\sin \pi(\odot)}{\sin \pi(☾)}\cos\beta_{☾}\sin(\lambda_{☾} - \lambda_{\odot}).$$

Führen wir für die Coordinaten des Mondes die Reihenentwickelungen der Mondtheorie ein, so erhalten wir für $d\lambda_{\odot}$ einen Ausdruck, dessen Hauptglied ist $6''{\cdot}533 \times \sin$ (mittlere Distanz Sonne — Mond). Der Coëfficient dieser Ungleichheit ist also nur ¾ so gross, als der gesuchte Werth der Sonnenparallaxe. Dagegen ist einerseits die Sonnentheorie ihrer grösseren Einfachheit wegen sicherer ausgebildet, als die Mondtheorie, und andererseits wohnt auch den Sonnenbeobachtungen eine grössere Sicherheit gegen systematische Fehler inne, als den Mondbeobachtungen. Man kann auch, wie GILL[1]) versucht hat, die hier zur Frage kommende Störung der Coordinaten der Erde statt aus Sonnenbeobachtungen ableiten aus Beobachtungen irgend eines anderen Körpers unseres Sonnensystems, in dessen geocentrischen Coordinaten sie sich ja offenbaren müssen. NEWCOMB leitet aus dieser Ungleichheit als Werth der Sonnenparallaxe $\pi_0 = 8''{\cdot}825$ ab.

---

[1]) Monthly Notices of the roy. astr. Soc. Vol. LIV, pag. 350.

Eine letzte Möglichkeit zur Bestimmung der Entfernung der Sonne ist uns gegeben durch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes, die wir durch die verschiedenen in neuerer Zeit angewandten Methoden recht genau kennen. Mit ihrer Hilfe berechnen wir aus der Lichtzeit direkt die gesuchte Entfernung oder finden aus der Aberrationsconstante die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn, die uns wieder mit Hilfe der bekannten Umlaufszeit zur Kenntniss der Dimensionen der Erdbahn führt. Die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn werden wir in der Zukunft vielleicht auch aus den beobachteten Bewegungen der Sterne im Visionsradius, die sich ja aus den eigenthümlichen Bewegungen des betreffenden Sternes und der Erdbewegung zusammensetzen, ableiten können.

Der Werth der Sonnenparallaxe wurde in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts nach ENCKE's Discussion der Beobachtungen der Venusdurchgänge zu 8''·57 angenommen. 1867 wurde sie von NEWCOMB (Washington astr. observ. 1865 App. II) durch eine Zusammenfassung aller bekannten guten Bestimmungen = 8''·848 gefunden. In der neuesten Bearbeitung desselben Forschers in »The elements of the four inner planets and the fundamental constants of astronomy. Wash. 1895« leitet er $\pi_0 = 8''\cdot 80$ als wahrscheinlichsten Werth ab. Dieser Werth ist auch von der internationalen Conferenz in Paris im Jahre 1896 für den Gebrauch in den astronomischen Ephemeriden von 1900 ab adoptirt.

Wenden wir uns jetzt der Betrachtung der jährlichen **Parallaxe der Fixsterne** zu. So lange man festhielt an der Vorstellung einer ruhenden Erde, war man jedes Mittels beraubt zur Bestimmung der Entfernung der Fixsterne, da man schon sehr früh erkannte, dass ein Beobachter, der nur die Möglichkeit hat, sich auf der Erdoberfläche zu bewegen, nicht im Stande sein würde, Ortsveränderungen der Fixsterne in Folge ihrer endlichen Entfernung zu bewirken, die zur Bestimmung dieser Entfernung dienen könnten. Diese Versuche konnten daher erst beginnen, seit COPERNICUS die Lehre von der Bewegung der Körper unseres Sonnensystems aufstellte, und der Zweck der Versuche war auch in erster Linie der, die Bewegung der Erde im Raume und damit die Richtigkeit der COPERNICANI'schen Theorie zu beweisen. Es sei M der Sonnenmittelpunkt, die Erde befinde sich in dem beliebigen Punkte T ihrer Bahn und S sei ein Fixstern. Dann ist der Winkel $MST = p$ die Parallaxe des Sterns. Die Entfernung des Sternes von der Sonne sei r, die von der Erde r_1, der Radiusvector der Erde R. Der Winkel $MTS = \varepsilon$ heisst die Elongation des Sternes von der Sonne, der Winkel $SMT = \varepsilon_1$ endlich die heliocentrische Elongation. Es ist nun

$$r_1 \sin p = R \sin \varepsilon_1 \qquad r_1 \cos p = r - R \cos \varepsilon_1,$$

folglich

$$\tang p = \frac{R \sin \varepsilon_1}{r - R \cos \varepsilon_1}.$$

(A. 376.)

Die Entfernung r ist als constant zu betrachten, da wir nur für eine ganz geringe Anzahl von Sternen die Bewegung im Raume kennen und für die fortschreitende Bewegung der Sonne selbst eine völlig zuverlässige Annahme auch noch nicht machen können. Ueberdies sind die diesen Ursachen entspringenden Aenderungen des r jedenfalls völlig verschwindend gegenüber der ungeheuren Grösse des r selbst. Vorläufig betrachten wir auch R als constant, also die Erdbahn als kreisförmig. Die Excentricität derselben im Betrage von $\frac{1}{60}$ verursacht auch bei der grössten uns bekannten Parallaxe, die noch nicht 1'' erreicht, nur verschwindend kleine Aenderungen. Hiernach hängt also der Werth

von p ab nur von der Elongation. Durch Differentiation und Elimination des dr_1 erhalten wir $r_1 dp = R\cos(\varepsilon_1 + p)\,d\varepsilon_1 = -R\cos\varepsilon\,d\varepsilon_1$; es verschwindet also dp und es wird damit p ein Maximum, wenn $\cos\varepsilon = 0$, also $\varepsilon = 90°$ ist. Sind λ, β Länge und Breite des Sternes, $\odot$ die Länge der Sonne, deren nicht 1″ erreichende Breite nicht in Frage kommt, so ist

$$\cos\varepsilon = \cos\beta\cos(\lambda - \odot).$$

Es tritt also das Maximum der Parallaxe ein, wenn die Länge der Sonne um 90° verschieden ist von der Länge des Sternes. Nur an den Polen der Ekliptik ist $\cos\varepsilon$ stets $= 0$, also p unveränderlich. Diesen Maximalwerth der Parallaxe wollen wir π_0 nennen, er ist in Folge der Gleichung $r\sin p = R\sin\varepsilon$ bestimmt durch

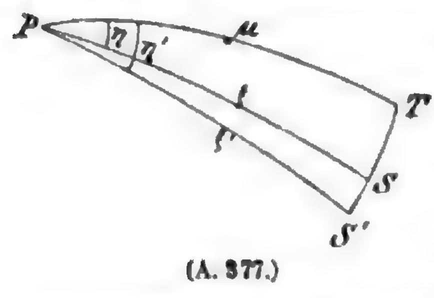
$$\sin\pi_0 = \frac{R}{r}.$$

Das Minimum von p tritt ein, wenn $\sin\varepsilon$ ein Minimum, also $\cos\varepsilon$ ein Maximum ist. Es ist bestimmt durch $\cos\varepsilon = \cos\beta$ $\varepsilon = \pm\beta$ und wird

$$\sin(\pi) = \frac{R}{r}\sin\beta = \sin\pi_0\sin\beta.$$

Es schwankt also die Parallaxe zwischen den Grenzen $\pi_0\sin\beta$ und π_0. Für Sterne in der Ekliptik verschwindet die Parallaxe in dem Augenblick, wenn $\lambda = \odot$ oder $= 180° + \odot$ ist.

MT zielt verlängert auf den heliocentrischen Ort der Erde an der Sphäre, MS zielt auf den heliocentrischen Ort, TS auf den geocentrischen Ort, diese drei Punkte liegen also auf demselben grössten Kreise, und es besteht daher die Wirkung der jährlichen Parallaxe in einer Verschiebung des Sternortes auf dem durch den heliocentrischen Erd- und Sternort gehenden grössten Kreise vom Sternort fort. Die Grösse dieser Verschiebung ist bestimmt durch $p = \pi_0\sin\varepsilon$. Die Wirkung der Verschiebung auf die Coordinaten des Sternes können wir hiernach ebenso behandeln, wie die Wirkung der täglichen Parallaxe, wenn wir nur für das geocentrische Zenith des Beobachtungsortes den heliocentrischen Ort der Erde einführen. In der folgenden, der Fig. 371 analog gebildeten Figur ist also T der heliocentrische Erdort, S der heliocentrische, S' der geocentrische Sternort und P der Zielpunkt der Z-Axe des Coordinatensystems; ξ, η seien die Polarcoordinaten des heliocentrischen, ξ', η' die des geocentrischen Ortes; endlich sei der Bogen PT, der Abstand des Erdortes vom Pole P, μ. Bei der Kleinheit der Wirkung der jährlichen Parallaxe können wir uns für die Berechnung stets auf die ersten Glieder der Reihenentwickelung beschränken, die wir für die strengen Gleichungen a) und c) pag. 316 fanden, und können auch bei der Berechnung des Hilfswinkels γ von dem Unterschiede zwischen η und η' absehen. Dieser Hilfswinkel ist jetzt also definirt durch



(A. 377.)

$$\cos\gamma = m\sin\mu \qquad \sin\gamma = m\cos\mu\sec\eta.$$

Wir erhalten demnach die Ausdrücke

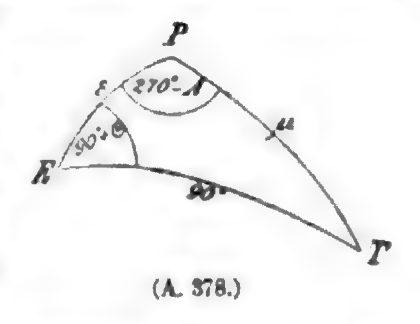
$$\eta' - \eta = R\pi\frac{\sin\mu}{\sin\xi}\sin\eta \qquad \xi' - \xi = -R\pi\cos\mu(\cos\xi\,\mathrm{cotang}\,\gamma - \sin\xi)$$
$$= R\pi\cos\mu\sin\xi - R\pi\sin\mu\cos\xi\cos\eta.$$

Hierin ist π definirt durch $\sin\pi = \frac{1}{r}$ und R bedeutet den in Einheiten der mittleren Entfernung ausgedrückten Radiusvector der Erde.

Wenden wir diese Formeln zunächst an auf das Coordinatensystem der Längen und Breiten, so dass also P der Pol der Ekliptik ist, so wird, da T in der Ekliptik selbst liegt und die Länge von $T = 180° + \odot$ ist, $\mu = 90°$ und $\eta = \lambda - \odot - 180°$. Also

$$\lambda' - \lambda = R\pi \sec\beta \sin(\odot - \lambda) \qquad \beta' - \beta = - R\pi \sin\beta \cos(\odot - \lambda).$$

Gehen wir nun über zum Coordinatensystem der Rectascension und Deklination, so ist μ der Abstand des Erdortes vom Pol des Aequators, η ist die Differenz der Rectascensionen des Sterns und des Erdortes, ξ die Poldistanz des Sterns. Bezeichnen wir Rectascension und Deklination des Sterns durch α, δ und nennen A die Rectascension des Erdortes, ε die Schiefe der Ekliptik und betrachten das Dreieck zwischen dem Erdorte T, dem Pol des Aequators P, dem der Ekliptik E, dessen Seiten μ, ε und $ET = 90°$ sind. Der Winkel bei P ist die Differenz der Rectascensionen des Pols der Ekliptik und des Erdortes $= 270° - A$; der Winkel bei E ist die Differenz der Länge der Erde und des Pols des Aequators $= 180° + \odot - 90° = 90° + \odot$. Die Auflösung des Dreiecks giebt uns die Relationen



(A. 378.)

$$\cos\mu = - \sin\varepsilon \sin\odot$$
$$- \sin\mu \cos A = \cos\odot$$
$$- \sin\mu \sin A = \cos\varepsilon \sin\odot.$$

Damit erhalten wir

$$\sin\mu \sin(\alpha - A) = + \cos\varepsilon \sin\odot \cos\alpha - \cos\odot \sin\alpha$$
$$\cos\mu \sin\xi = - \sin\varepsilon \sin\odot \cos\delta$$
$$\sin\mu \cos\xi \cos(\alpha - A) = - \cos\odot \cos\alpha \sin\delta - \cos\varepsilon \sin\odot \sin\alpha \sin\delta.$$

Setzen wir daher

$$v \sin V = - \cos\varepsilon \cos\alpha \qquad w \sin W = \cos\varepsilon \sin\alpha \sin\delta - \sin\varepsilon \cos\delta$$
$$v \cos V = - \sin\alpha \qquad w \cos W = - \cos\alpha \sin\delta,$$

so erhalten wir

$$\alpha' - \alpha = R\pi \sec\delta\, v \cos(V + \odot)$$
$$\delta' - \delta = R\pi\, w \cos(W + \odot).$$

Denken wir uns die Coordinaten des geocentrischen Ortes des Sterns bezogen auf ein Coordinatensystem, dessen Anfangspunkt im heliocentrischen Sternort liegt, dessen X-Axe in die Richtung des Parallelkreises, dessen Y-Axe in die Richtung des Längenkreises fällt, so ist $x = (\lambda' - \lambda) \cos\beta$ $y = \beta' - \beta$. Nach den für $\lambda' - \lambda$ und $\beta' - \beta$ gefundenen Werthen wird aber:

$$\frac{x^2}{\pi^2} + \frac{y^2}{\pi^2 \sin^2\beta} = R^2.$$

Sehen wir also ab von der Veränderlichkeit des R, so erkennen wir, dass der geocentrische Ort des Sterns liegt auf einer um den heliocentrischen Ort als Mittelpunkt beschriebenen Ellipse mit den Halbaxen π und $\pi \sin\beta$. Wegen der Veränderlichkeit des R im Betrage von $\frac{1}{60} R$ erhält die Curve eine von der Ellipse abweichende Gestalt, doch ist es unnöthig, darauf Rücksicht zu nehmen, da die grösste uns bekannte Parallaxe nur 0''·75 (α Centauri) beträgt. Die Wirkung der Parallaxe vermischt sich nun mit der Wirkung der Aberration, wodurch ihre Wahrnehmung ganz erheblich erschwert wird. Der Einfluss der Aberration ist nach Bd. I, pag. 172 (13), wenn wir von den höheren Gliedern und dem constanten Theile absehen:

$$\Delta\lambda = -k \sec\beta \cos(\lambda - \odot) \qquad \Delta\beta = +k \sin\beta \sin(\lambda - \odot),$$

beziehungsweise nach Bd. I, pag. 170 (7)

$$\Delta\alpha = kv \sin(\odot + V) \sec\delta \qquad \Delta\delta = kw \sin(\odot + W).$$

In Folge der Wirkung der Aberration beschreibt also der scheinbare Ort des Sterns um den mittleren Ort ebenfalls eine Ellipse, deren halbe Axen die Länge k bezw. $k \sin\beta$ haben. Da nun k etwa 20″ ist, während π immer nur Bruchtheile einer Secunde ausmacht, ist die Aberrationsellipse weit grösser, und es offenbart sich die Wirkung der Parallaxe nur in einer Aenderung der Gestalt dieser Ellipse. Die Coordinaten des Sterns in dem oben eingeführten Coordinatensystem sind jetzt

$$x = -\pi \sin(\lambda - \odot) - k \cos(\lambda - \odot)$$
$$y = -\pi \sin\beta \cos(\lambda - \odot) + k \sin\beta \sin(\lambda - \odot)$$

und es wird jetzt

$$x^2 + \frac{y^2}{\sin^2\beta} = \pi^2 + k^2.$$

Der scheinbare Ort des Sterns liegt also auf einer um den mittleren Ort beschriebenen Ellipse, deren Axen sind

$$\sqrt{\pi^2 + k^2} \quad \text{und} \quad \sin\beta \sqrt{\pi^2 + k^2}.$$

Durch die Parallaxe sind also die Axen der Aberrationsellipse nur im Verhältniss $\sqrt{1 + \frac{\pi^2}{k^2}} : 1$ oder, wenn $\pi = 1''$ wäre und $k = 20''$ gesetzt wird, im Verhältniss 801 : 800, also um 0″·025 vergrössert.

Um diese so geringfügige Wirkung durch die Beobachtung festzustellen, ist es nothwendig, die günstigsten Bedingungen aufzusuchen.

Aus den Ausdrücken für die parallactische Aenderung der Länge und Breite geht hervor, dass die Grösse der Wirkung unabhängig ist von der Länge der Sterne. Die geringste Wirkung tritt ein in der Ekliptik, wo $\Delta\lambda = -\pi R \sin(\lambda - \odot)$ $\Delta\beta = 0$ ist. Es variirt hier also nur die Länge zwischen den Grenzen λ und $\lambda \pm \pi$. Entfernen wir uns von der Ekliptik, so wächst die Wirkung in beiden Coordinaten. Sie wird ein Maximum im Pol der Ekliptik. Hier reicht aber die Näherungsformel zur Berechnung des $\Delta\lambda$ nicht mehr aus. Die strenge Formel $\Delta\lambda = -\frac{R \sin\pi \sec\beta \sin(\lambda - \odot)}{1 + R \sin\pi \sec\beta \cos(\lambda - \odot)}$ giebt $\Delta\lambda = \frac{\infty}{\infty}$. Man sieht aber leicht, dass in diesem Falle $\Delta\lambda = 0$ oder $= 180°$ und $\Delta\beta = -\pi R$ sein muss.

Haben λ und β bestimmte Werthe, so tritt das Maximum von $\Delta\lambda$ ein, wenn der Stern in Quadratur mit der Sonne steht, das Maximum von $\Delta\beta$ zur Zeit der Conjunction und Opposition mit der Sonne.

Für die Rectascensionsparallaxe ergiebt sich die Abhängigkeit von der Deklination wieder in der einfachen Weise, dass sie am Aequator am kleinsten ist und mit der Deklination wächst. Abgesehen von der Deklination ist die Parallaxe bestimmt durch den Werth von $v \cos(V + \odot)$. Für einen gegebenen Stern erhalten wir die Maximal- bezw. Minimalwirkung der Parallaxe, wenn $\frac{d\Delta\alpha}{d\odot} =$ ist, sie tritt also ein, wenn

$$\sin\odot \sin\alpha + \cos\odot \cos\alpha \cos\varepsilon = 0$$

oder auch

$$\sin\odot \sin\alpha + \cos\odot \cos\alpha = 2 \sin^2\frac{\varepsilon}{2} \cos\alpha \cos\odot$$

ist. Wegen der Kleinheit von $\sin^2\frac{\varepsilon}{2}$ können wir $\odot = {90° \atop 270°} + \alpha$ als eine ers

Näherung betrachten. Wir erkennen dann, dass $2 \cos\alpha \cos\odot$ höchstens $= 1$ sein kann, und finden durch Einsetzen des Werthes von ε, dass der Fehler der Näherung höchstens 2° 35′ beträgt, die nicht in Betracht kommen, da $\odot$ selbst sich in ein paar Tagen um diesen Betrag ändert, während die Beobachtungen zur Bestimmung von Δa ja jedenfalls auf mehrere Tage zu erstrecken sind. Das durch diese Bedingung bestimmte Maximum bezw. Minimum ist

$$lim \Delta\alpha = \pm R.\pi \sec\delta \left(1 - 2 \sin^2 \frac{\varepsilon}{2} \cos^2\alpha\right)$$

Der Werth von $\Delta\alpha$ verschwindet, es tritt das absolute Minimum der Wirkung ein, wenn $\cos\odot \sin\alpha - \sin\odot \cos\alpha \cos\varepsilon = 0$, also wieder hinreichend genau $\odot - \alpha = 0°$ oder $= 180°$ ist. Die Maximalwirkung der Parallaxe auf den Stundenwinkel erfolgt also in jenem Deklinationskreise, der die Ekliptik in um 90° vom zugehörigen Sonnenorte abstehenden Punkten durchschneidet; die Wirkung ist Null im Deklinationskreise des Sonnenmittelpunktes.

Bezüglich der Deklination erhalten wir $\frac{d\Delta\delta}{d\odot} = -\pi R w \sin(\odot + W)$. Da w nicht allgemein $= 0$ sein kann, so tritt also die grösste Wirkung der Parallaxe ein, wenn $\odot = -W$ oder $= 180° - W$ ist. Hiernach erhalten wir zur Bestimmung der Zeit der Maximalwirkung

$$tang\,\odot = \frac{\cos\varepsilon \sin\alpha \sin\delta - \sin\varepsilon \cos\delta}{\cos\alpha \sin\delta}.$$

Der Werth, den die parallactische Aenderung der Deklination erreicht, ist bestimmt durch $lim \Delta\delta = \pm \pi R w$. Es ist aber nach den Definitionsgleichungen für w und W $w^2 = 1 - (\sin\varepsilon \sin\delta \sin\alpha + \cos\varepsilon \cos\delta)^2$. Im sphärischen Dreieck zwischen dem Sternort, dem Pole des Aequators und dem der Ekliptik haben wir aber, wenn wir den parallactischen Winkel η nennen

$$\sin\varepsilon \sin\delta \sin\alpha + \cos\varepsilon \cos\delta = \cos\beta \cos\eta$$

und damit wird

$$lim \Delta\delta = \pm \pi R \sqrt{1 - \cos^2\beta \cos^2\eta}$$

Die Ausdrücke für $lim \Delta\alpha$ bezw. $lim \Delta\delta$ zeigen, dass die möglichst grosse Wirkung der Rectascensionsparallaxe eintritt, wenn $\cos\alpha = 0$ ist, also auf dem Solstitialcolur, während die Deklination durch die Parallaxe am meisten beeinflusst wird für die Sterne in der Nähe des Pols der Ekliptik oder für solche Sterne, für welche $\eta = 90°$ ist. Diese letztere Bedingung ist erfüllt längs einer Curve, die den Pol des Aequators mit dem der Ekliptik verbindet. Es giebt je eine Curve auf beiden Hemisphären.

Die gefundenen Maximalwerthe lassen sofort erkennen, dass eine Bestimmung der Parallaxe der Fixsterne aus ihrem direkten Einflusse auf die Coordinaten sehr schwierig sein muss. Bei der Rectascension wird nur dann der Einfluss ausserhalb der Grenze der unvermeidlichen Beobachtungsfehler liegen, wenn $\sec\delta$ einen grossen Werth annimmt. In der That ist ein Erfolg nur bei Beobachtungen von dem Pol nahen Sternen zu erwarten. Nachdem man die beobachteten scheinbaren Rectascensionen befreit hat vom Einflusse der Aberration, die man mit einem genäherten Werthe berechnet, hat man nur noch eine Correction Δk der Aberrationsconstante einzuführen, weil man den Werth von k hinreichend genau kennt, um die Glieder höherer Ordnung genau berechnen zu können. Das gleiche gilt auch bezüglich der Präcession und der Eigenbewegung. Nennen wir also da die Correction der Präcession in $AR = m + n \sin\alpha \, tang\,\delta$ und $d\Delta\alpha$ die Correction der angenommenen Eigenbewegung in Rectascension, ferner τ

die von einem beliebigen Zeitpunkte aus gezählte Zeit, so haben die Bedingungsgleichungen die Form

$$\alpha' = \alpha_0 + \pi R v \cos(\odot + V) \sec\delta + \Delta k v \sin(\odot + V) \sec\delta + \tau(da + d\Delta\alpha),$$

wobei also α' die mit den angenommenen Werthen berechnete mittlere Rectascension ist. In dieser Weise hat v. LINDENAU aus Greenwicher und Königsberger und PETERS aus Dorpater Beobachtungen des Polarsterns die Parallaxe desselben berechnet. Deklinationsbeobachtungen wären durch ganz ähnliche Formeln auszugleichen Die geeignetsten Sterne liegen nach dem früheren in der Nähe des Pols der Ekliptik und des Aequators. Der ersteren Bedingung entspricht der Stern γ Draconis, der aus diesem Grunde für die Astronomie von grosser Bedeutung geworden ist. Er eignet sich für unseren Zweck noch besonders aus dem Grunde, dass er ganz in der Nähe des Zeniths von Greenwich culminirt, wodurch viele der die Deklinationsbeobachtungen beeinflussenden Fehlerquellen beseitigt werden. BRADLEY, den die Beobachtungen dieses Sterns zur Entdeckung der Aberration und der Nutation führten, vermochte nur festzustellen, dass seine Parallaxe < 0''·5 sein müsse. Seine Beobachtungen sind in unserer Zeit durch AUWERS neu reducirt und haben $\pi = 0''{\cdot}09$ ergeben. Die Beobachtungen des Polarsterns, der der zweiten Bedingung entspricht, bieten den Vortheil, dass wegen der langsamen Bewegung die Einstellungen bei jeder Culmination in grösserer Zahl erhalten werden können, sodass die zufälligen Fehler sehr vermindert werden, und dass durch die Verbindung der oberen und unteren Culmination auch die Fehler der Refraction und Biegung sich sehr verkleinern lassen. Diese Vortheile haben veranlasst, dass man sich schon seit TYCHO's Zeiten vielfach bemüht hat, auf diesem Wege die Parallaxe des Polarsternes zu finden. Aber bis in die neuere Zeit waren die Bemühungen erfolglos. Nach den Dorpater von LUNDAHL berechneten Beobachtungen ergiebt sich die Parallaxe zu 0''·15.

Die grösste uns bekannte Parallaxe, diejenige von α Centauri, ist von HENDERSON gleichfalls aus beobachteten Deklinationen dieses Sternes gefunden Der Erfolg erklärt sich hier aber durch den ausnahmsweise grossen Werth der Parallaxe.

Die Anwendbarkeit der bisher erörterten Methoden ist also eine sehr beschränkte. Man hat daher daran gedacht, durch die Combination der Beobachtungen zweier Sterne allgemeinere Methoden zu erlangen. RÖMER schlug vor zwei Sterne zu benützen, deren Rectascension um 12^h verschieden ist. Für zwei solche Sterne sind die Hülfswinkel V um 180° von einander verschieden; ist also $\pi_1 R \sec\delta_1 v \cos(\odot + V)$ die Parallaxe des einen, so ist $-\pi_2 R \sec\delta_2 v \cos(\odot + V)$ die des anderen, und bilden wir demnach die Differenz der Durchgangszeiten, so erhalten wir Bedingungsgleichungen der Form

$$\alpha_1' - \alpha_2' = \alpha_1 - \alpha_2 + R v \cos(\odot + V)(\pi_1 \sec\delta_1 + \pi_2 \sec\delta_2)$$

und können diese Gleichungen benützen zur Bestimmung der Summe der Parallaxen beider Sterne. Der Erfolg ist aber, wie leicht ersichtlich, davon abhängig, ob wir im Stande sind den täglichen Aenderungen des Ganges der Uhr und den Bewegungen des Instrumentes gehörig Rechnung zu tragen. RÖMER's Beobachtungen führten, weil dies nicht möglich war, zu keinem Resultate. BESSEL hat dagegen nach dieser Methode aus BRADLEY's Beobachtungen befriedigende Resultate für die Summe der Parallaxen von α Lyrae und α Canis maj., sowie von α Canis min. und α Aquilae gefunden. Eine vollständige Elimination der erwähnten Fehlerquellen erreicht man aber, wie W. STRUVE zuerst gezeigt hat,

durch eine andere Auswahl der Sterne. Die STRUVE'sche Methode besteht in der Verbindung der Beobachtungen der oberen und unteren Culmination von Circumpolarsternen, die etwa 12^h von einander abstehen. Sind θ die beobachteten Durchgangszeiten, Δu die Uhrcorrectionen, m, n, c die Aufstellungsfehler des Instrumentes, so ergeben uns 4 aufeinander folgende Beobachtungen, da wir bei der nahen Gleichzeitigkeit zweier Culminationen für beide die gleichen Fehler annehmen können, die Gleichungen

1. Stern in OC. $\alpha_1 = \theta_1 + \Delta u + m + n \tang\delta + c \sec\delta$
2. „ in UC. $12^h + \alpha_2 = \theta_2 + \Delta u + m - n \tang\delta_1 - c \sec\delta_1$
1. „ in UC. $12^h + \alpha_1 = \theta_3 + \Delta u_1 + m_1 - n_1 \tang\delta - c_1 \sec\delta$
2. „ in OC. $\alpha_2 = \theta_4 + \Delta u_1 + m_1 + n_1 \tang\delta_1 + c_1 \sec\delta_1$.

Daraus erhalten wir

$$\alpha_2 - \alpha_1 + 12^h = (\theta_2 - \theta_1) - n\,(\tang\delta_1 + \tang\delta) - c\,(\sec\delta_1 + \sec\delta)$$
$$\alpha_2 - \alpha_1 - 12^h = (\theta_4 - \theta_3) + n_1(\tang\delta_1 + \tang\delta) + c_1(\sec\delta_1 + \sec\delta)$$

also

$$\alpha_2 - \alpha_1 = \tfrac{1}{2}(\theta_4 - \theta_3 + \theta_2 - \theta_1) + (n_1 - n)\tfrac{1}{2}(\tang\delta_1 + \tang\delta) + (c_1 - c)\tfrac{1}{2}(\sec\delta_1 + \sec\delta).$$

Wir finden also die Differenz der Rectascensionen entstellt nur durch die Aenderung der Aufstellungsfehler und zwar da c Aenderungen in der Regel nicht ausgesetzt ist, nur durch die Aenderung des n; kann man diese also controlliren, so muss es möglich sein, sehr genaue Werthe der Rectascensionsdifferenz zu erhalten, die dann wie vorhin zur Bestimmung der Summe der Parallaxen der beiden Sterne dienen. STRUVE hat nach dieser Methode eine ganze Reihe von Sternpaaren untersucht und ist dabei zu recht gut übereinstimmenden Resultaten gelangt. Wir müssen diese Methode als die beste der bisher besprochenen anerkennen. Sie ist aber wegen der Bedingungen, denen die Sterne genügen müssen, nur einer sehr beschränkten Anwendung fähig und wegen der Nothwendigkeit immer 4 auf einander folgende Culminationen beobachten zu müssen, wird es schwer sein, das Material zu einer Bestimmung in den günstigsten Zeiten des Maximums der Parallaxe zu erlangen.

Zur Aufstellung der Bedingungsgleichungen bedient man sich am besten des folgenden von BESSEL in den »Fundamentis« entwickelten Verfahrens. Es seien α_1, δ_1, π_1 die Coordinaten und die jährliche Parallaxe des einen Sternes, λ_1 die Sonnenlänge im Augenblick seiner Beobachtung. Die Wirkung der Parallaxe wird dann ausgedrückt durch

$$\Delta\alpha_1 = -\pi_1\,(\cos\lambda_1 \sin\alpha_1 - \sin\lambda_1 \cos\alpha_1 \cos\varepsilon)\sec\delta_1;$$

ebenso sei für den zweiten Stern

$$\Delta\alpha_2 = -\pi_2\,(\cos\lambda_2 \sin\alpha_2 - \sin\lambda_2 \cos\alpha_2 \cos\varepsilon)\sec\delta_2.$$

Wir setzen nun

$$\pi_1 \sec\delta_1 + \pi_2 \sec\delta_2 = u \qquad \tfrac{1}{2}(\lambda_2 + \lambda_1) = \lambda \qquad \tfrac{1}{2}(\alpha_2 + \alpha_1) = \alpha$$
$$\pi_1 \sec\delta_1 - \pi_2 \sec\delta_2 = u' \qquad \tfrac{1}{2}(\lambda_2 - \lambda_1) = \lambda' \qquad \tfrac{1}{2}(\alpha_2 - \alpha_1) = \alpha'.$$

Es wird dann

$$\begin{aligned}\Delta\alpha_2 - \Delta\alpha_1 = \tfrac{1}{2}u\,\{&\cos(\lambda-\lambda')\sin(\alpha-\alpha') - \sin(\lambda-\lambda')\cos(\alpha-\alpha')\cos\varepsilon + \\ &- \cos(\lambda+\lambda')\sin(\alpha+\alpha') + \sin(\lambda+\lambda')\cos(\alpha+\alpha')\cos\varepsilon\} \\ + \tfrac{1}{2}u'\,\{&\cos(\lambda-\lambda')\sin(\alpha-\alpha') - \sin(\lambda-\lambda')\cos(\alpha-\alpha')\cos\varepsilon + \\ &+ \cos(\lambda+\lambda')\sin(\alpha+\alpha') - \sin(\lambda+\lambda')\cos(\alpha+\alpha')\cos\varepsilon\}\end{aligned}$$

Setzen wir die Ausdrücke für die Funktionen der Summe und der Differenz der Winkel ein, so geht der erste Theil des Ausdrucks über in

$$\tfrac{1}{2}u\,(-2\cos\lambda\cos\lambda'\cos\alpha\sin\alpha' + 2\sin\lambda\sin\lambda'\sin\alpha\cos\alpha' + \\ -2\cos\varepsilon\sin\lambda\cos\lambda'\sin\alpha\sin\alpha' + 2\cos\varepsilon\cos\lambda\sin\lambda'\cos\alpha\cos\alpha')$$

$$= -u\,[\sin(\alpha'-\lambda')(\cos\lambda\cos\alpha + \sin\lambda\sin\alpha\cos\varepsilon) + 2\sin^2\frac{\varepsilon}{2}\sin\lambda'\cos\alpha'\cos(\alpha+\lambda)].$$

Um den Faktor von u' zu erhalten, brauchen wir nur α und α' zu ersetzen durch $90°+\alpha$ bezw. $90°+\alpha'$. Der zweite Theil von $\Delta\alpha_2 - \Delta\alpha_1$ ist also

$$+u'\left[\cos(\alpha'-\lambda')(\cos\lambda\sin\alpha - \sin\lambda\cos\alpha\cos\varepsilon) - 2\sin^2\frac{\varepsilon}{2}\sin\lambda'\sin\alpha'\sin(\alpha+\lambda)\right]$$

Die von $\sin^2\frac{\varepsilon}{2}$ abhängenden Theile dieser Ausdrücke dürfen wir nun vernachlässigen. Denn selbst, wenn wir Beobachtungen verbinden, die 12^h auseinanderliegen, wird λ' erst $= 16'$, und wenn wir dann selbst $\sec\delta = 43$ wählen, also annehmen, es solle die Parallaxe des Polarsternes bestimmt werden, so müsste schon $\pi = 0''\cdot5$ sein, damit der Werth jener Glieder $0''\cdot01$ erreiche. Da dieses nun von vornherein unwahrscheinlich ist, berücksichtigen wir jene Glieder nicht. Sollten wir dann durch die Auflösung auf Werthe von π geführt werden, die eine Berücksichtigung des Correctionsgliedes verlangen, so können wir dasselbe mit den Näherungswerthen von π berechnen und die Auflösung wiederholen. Die Endgleichung lautet also

$$\Delta\alpha_2 - \Delta\alpha_1 = -u\sin(\alpha'-\lambda')(\cos\lambda\cos\alpha + \sin\lambda\sin\alpha\cos\varepsilon) + \\ + u'\cos(\alpha'-\lambda')(\cos\lambda\sin\alpha - \sin\lambda\cos\alpha\cos\varepsilon).$$

Diese Gleichung ist nun einer dreifachen Anwendung fähig. Da λ', die Differenz der Sonnenlängen bei den Beobachtungen der beiden Sterne, immer sehr klein sein muss, ist $\alpha'-\lambda'$ nahe $= \frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}$, und die zu bestimmenden Grössen sind also $u\sin\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}$ und $u'\cos\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}$. Wollen wir also u und u' gleichzeitig bestimmen, so müssen $\sin\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}$ und $\cos\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}$ etwa gleich gross sein, d. h. $\alpha_2-\alpha_1 = 90°$ sein. Die zu bestimmenden Grössen sind dann also $\sqrt{\tfrac{1}{2}}\,u$ bezw. $\sqrt{\tfrac{1}{2}}\,u'$. Neben dieser Verkleinerung der zu bestimmenden Grössen kommt noch der Umstand in Betracht, dass durch die Elimination zweier Unbekannten die Unsicherheit der Bestimmung jeder derselben grösser wird, als wenn sie allein bestimmt wird. Es wird daher nur bei grossen Werthen von π diese Anordnung Erfolg versprechen, und man wird in der Regel entweder nur u oder nur u' bestimmen. Im ersteren Falle hat man $\alpha' = 90°$ also $\alpha_2 - \alpha_1 = 180°$ zu machen und die Gleichung lautet, wenn man einen Hülfswinkel einsetzt:

$$\Delta\alpha_1 - \Delta\alpha_2 = (\pi_1\sec\delta_1 + \pi_2\sec\delta_2)\cos\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}\sec\mu\cos(\lambda-\mu),$$

wo

$$\tang\mu = \tang\tfrac{1}{2}(\alpha_1+\alpha_2)\cos\varepsilon.$$

Dies ist die Anordnung, die den bisher besprochenen Methoden zu Grunde lag. Wählen wir aber andererseits $\alpha' = 0$ also $\alpha_2 = \alpha_1$, d. h. beobachten wir Sterne in nahe gleicher Rectascension, so wird die Gleichung:

$$\Delta\alpha_1 - \Delta\alpha_2 = (\pi_1\sec\delta_1 - \pi_2\sec\delta_2)\sin\frac{\alpha_1+\alpha_2}{2}\operatorname{cosec}\mu'\sin(\lambda-\mu')$$

wo

$$\tang\mu' = \tang\tfrac{1}{2}(\alpha_1+\alpha_2)\sec\varepsilon.$$

Diese zweite Anordnung führt also zur Bestimmung der Differenz der Parallaxen zweier Sterne in nahe gleicher Rectascension. Sie ist gleichfalls schon von BESSEL angewandt auf 61 Cygni und μ Cassiopejae. Sie bildet den Uebergang zu den rein differentiellen Methoden, zu denen wir nun übergehen.

Obwohl die Resultate der beiden zuletzt besprochenen Methoden zu nicht unbefriedigenden Resultaten führten, waren die wahrscheinlichen Fehler derselben immer noch so gross, dass man keine feste Ueberzeugung von dem Vorhandensein einer Parallaxe gewinnen konnte. Da war es ein von GALILEI zuerst und später unabhängig von W. HERSCHEL gefasster Gedanke, der auf den richtigen Weg führte. GALILEI sagte sich, dass an ein und demselben Orte des Himmels die Parallaxe um so grössere Wirkung herbeiführen müsse, je näher uns die Sterne sind, und HERSCHEL erkannte, dass man hierin ein vorzügliches Mittel zur Bestimmung der Parallaxen haben würde, wenn man bei zwei sehr nahen Sternen durch ihren Glanz oder andere äussere Eigenschaften zur Annahme einer erheblichen Verschiedenheit der Entfernungen gezwungen wäre. Dies war der Gedanke, der ihn zur Aufstellung seiner Cataloge der Doppelsterne veranlasste und zur Entdeckung der Doppelsternsysteme führte. Diese Entdeckung zeigte nun, dass die Mehrzahl der Sternpaare zur Parallaxenbestimmung ungeeignet sei, weil beide Componenten in physischer Verbindung stehen, und dass nur die geringere Zahl sogenannter optischer Doppelsterne übrig bleibe. Es kam also darauf an, ein Mittel zu finden, beide Arten von Doppelsternen zu unterscheiden. Dieses Mittel bot sich dar in der Eigenbewegung. Die beiden Componenten eines physischen Doppelsternes müssen die gleiche Eigenbewegung zeigen, während die Componenten eines optischen Doppelsternes wegen der ungleichen Entfernung von der Sonne und wegen der vorauszusetzenden Verschiedenheit der *motus peculiares* sich verschieden bewegen werden. Durch das Hinzutreten der *motus peculiares* wird nun eine grosse Zahl der optischen Doppelsterne wieder ungeeignet zur Parallaxenbestimmung, weil beide Componenten doch in nicht sehr verschiedener Entfernung sich befinden, und man muss daher neben der Bewegung bei der Auswahl der Sterne noch andere Merkmale einer ungleichen Entfernung, besonders die Helligkeit, zu Rathe ziehen. Da man durch die Beobachtung nur die Differenz der Parallaxen der Sterne findet, so vergleicht man einen zu untersuchenden Stern sogleich mit mehreren benachbarten, zeigt sich immer dieselbe Differenz der Parallaxen, so wird man annehmen dürfen, dass die Parallaxe der Vergleichsterne verschwindend sei und dass die beobachtete Wirkung von einer Parallaxe des Hauptsternes herrühre.

Der Einfluss der Parallaxe auf die relativen Coordinaten berechnet sich in derselben Weise, wie der auf die Coordinaten selbst. Bei der Aufstellung der Bedingungsgleichungen berücksichtigt man die Präcession, Nutation und Aberration aber in anderer Weise. Die Summe der Wirkungen dieser Correctionen wird dargestellt durch (vergl. pag. 313)

$$d\alpha = f + g\,sin(G + \alpha)\,tang\,\delta + h\,sin(H + \alpha)\,sec\,\delta$$
$$d\delta = i\,cos\,\delta + g\,cos\,(G + \alpha) + h\,cos\,(H + \alpha)\,sin\,\delta.$$

Nennen wir $\alpha_1 - \alpha$, $\delta_1 - \delta$ die Differenz der Coordinaten der beiden Sterne, die wir ihrer Kleinheit wegen als Differentiale behandeln können, so erhalten wir zur Reduction der beobachteten scheinbaren Differenzen auf mittlere die Formeln

$$\delta(\alpha_1 - \alpha) = [g\,cos\,(G + \alpha)\,tang\,\delta + h\,cos\,(H + \alpha)\,sec\,\delta](\alpha_1 - \alpha)\,sin\,1'' +$$
$$+ [g\,sin\,(G + \alpha) - h\,sin\,(H + \alpha)\,sin\,\delta]\,sec^2\delta\,(\delta_1 - \delta)\,sin\,1''$$
$$\delta(\delta_1 - \delta) = -[g\,sin\,(G + \alpha) + h\,sin\,(H + \alpha)\,sin\,\delta](\alpha_1 - \alpha)\,sin\,1'' +$$
$$- [i\,sin\,\delta - h\,cos\,(H + \alpha)\,cos\,\delta]\,(\delta_1 - \delta)\,sin\,1''.$$

Sind nun weiter $d\Delta\alpha$ bezw. $d\Delta\delta$ die Correctionen der angenommenen Eigenbewegungen nach den Coordinaten und ist τ die Zeit vom Jahresanfang aus gerechnet, so sind die vollständigen Bedingungsgleichungen:

$$\alpha_1 - \alpha = (\alpha_1 - \alpha)_0 + \delta(\alpha_1 - \alpha) + \pi R v \cos(\odot + V) \sec\delta + \Delta k v \sin(\odot + V) \sec\delta + \tau d\Delta\alpha$$
$$\delta_1 - \delta = (\delta_1 - \delta)_0 + \delta(\delta_1 - \delta) + \pi R w \cos(\odot + W) + \Delta k w \sin(\odot + W) + \tau d\Delta\delta.$$

Unter Δk ist hierbei nicht eine Correction der Aberrationsconstante verstanden, denn wir kennen diese Constante so genau, dass wir die $\delta(\alpha_1 - \alpha)$ und $\delta(\delta_1 - \delta)$ als völlig genau betrachten und also die Reduction der scheinbaren Differenzen auf mittlere als streng richtig betrachten dürfen. Dagegen ist es wohl möglich, dass die Aberrationsconstante für die beiden Sterne etwas verschieden sei. Senden nämlich die beiden Sterne Licht von verschiedener Wellenlänge aus, sind die Sterne also verschieden gefärbt und ist die Lichtgeschwindigkeit für verschiedene Farben eine verschiedene, so hätten wir verschiedene Constanten für beide Sterne anzuwenden, und hierauf nimmt die Correction Δk Rücksicht.

Von diesen Formeln ist in der neueren Zeit ein sehr häufiger Gebrauch gemacht. Man hielt namentlich die Messung der Deklinationsdifferenzen für hinreichend frei von systematischen Fehlern und solchen, die in Zusammenhang mit der Jahreszeit stehen, dass man glaubte, aus ihnen sichere Werthe der Parallaxe zu erhalten. Es scheint indess, dass diese Annahme nicht gestattet war, indem die von verschiedenen Beobachtern gefundenen Werthe nicht übereinstimmen oder die Resultate durch andere Methoden nicht bestätigt werden. Der Grund davon liegt wahrscheinlich darin, dass die Messungen noch systematische Fehler instrumenteller Art oder mit dem Stundenwinkel in Zusammenhang stehende Fehler enthalten, die nicht berücksichtigt sind. Volles Vertrauen scheinen aber die aus am Meridiankreise beobachteten Rectascensionsdifferenzen abgeleiteten Resultate zu verdienen; die grossen Vorzüge dieser Methode, die als eine der besten gelten muss, sind namentlich von Kapteyn, der mittelst derselben die Parallaxe einer Reihe von Sternen bestimmt hat, hervorgehoben. Vermuthlich würde man gleich sichere Resultate aus Deklinationsdifferenzen erhalten können, wenn man die Beobachtungen gleichfalls so anordnete, dass die instrumentellen Fehler, die Biegung und die Refraction in gleich einfacher Weise wirkten.

Die grösste Genauigkeit in der Bestimmung des relativen Ortes der Gestirne erlangt man mit den Instrumenten der Jetztzeit durch die Messung von Positionswinkel und Distanz, besonders dann, wenn man zur Messung sich eines Heliometers bedient. In diesem Falle erlangt man noch den weiteren Vortheil, dass man ohne irgend eine Beeinträchtigung der Genauigkeit der Messungen die Abstände der Sterne bis 2° gross machen kann, so dass man in der Wahl der Vergleichsterne viel freier wird. Die Verwendung des Aequatoreals mit Fadenmikrometer, die gleichfalls versucht ist, hat weit weniger befriedigende Resultate ergeben, was ausser den der Messung an sich anhaftenden systematischen Fehlern, z. B. den von der Distorsion, von der Kopflage des Beobachters abhängenden, besonders wohl dem Umstande zur Last zu legen ist, dass man nicht in der Lage ist, die Helligkeit der mit einander verglichenen Objekte gleich zu machen, was für eine genaue Messung erforderlich ist.

In dem sphärischen Dreieck, zwischen dem Pol des Aequators, dem zu untersuchenden Stern mit den Coordinaten A, D und dem Vergleichstern α, δ bestehen die strengen Relationen

$$\sin\tfrac{1}{2}\Delta \cos p = \cos\tfrac{1}{2}(\alpha - A) \sin\tfrac{1}{2}(\delta - D) = \mu$$
$$\sin\tfrac{1}{2}\Delta \sin p = \sin\tfrac{1}{2}(\alpha - A) \cos\tfrac{1}{2}(D + \delta) = \nu,$$

wo p der Positionswinkel der Verbindungslinie Δ in ihrer Mitte ist. Betrachten wir den Stern A, D mit Parallaxe behaftet, deren Wirkung wir als Differentiale einführen können, so erhalten wir die Gleichungen:

$$\sin \tfrac{1}{2} \Delta dp = -\sin p d\mu + \cos p d\nu$$
$$\cos \tfrac{1}{2} \Delta d \frac{\Delta}{2} = \cos p d\mu + \sin p d\nu.$$

Bei der Kleinheit von $\sin(A - \alpha)$, $\sin(D - \delta)$ können wir die Produkte dieser Grössen in die Differentiale dA, dD vernachlässigen und ausserdem

$\cos \frac{1}{2}(A - \alpha)$ und $\cos \frac{1}{2}(D - \delta) = 1$, $\sin \frac{1}{2}\Delta = \frac{\Delta}{2} \sin 1''$ setzen. Dann wird

$$\Delta dp = + \sin p dD - \cos p \cos \tfrac{1}{2}(D + \delta) dA$$
$$d\Delta = -\cos p dD - \sin p \cos \tfrac{1}{2}(D + \delta) dA.$$

Für dA haben wir nun die früher gefundenen Ausdrücke einzusetzen:

$$dA = -\pi R[\cos \odot \sin A - \sin \odot \cos A \cos \varepsilon] \sec D$$
$$dD = -\pi R[\sin \odot (\cos \varepsilon \sin D \sin A - \sin \varepsilon \cos D) + \cos \odot \sin D \cos A].$$

Wir führen nun folgende Hülfsgrössen ein:

$$f \sin F = \sin D \cos A \qquad g \sin G = \sin D \sin A \qquad h \sin H = g \sin(G + \varepsilon)$$
$$f \cos F = \sin A \frac{\cos \frac{1}{2}(D+\delta)}{\cos D} \qquad g \cos G = -\cos D \qquad h \cos H = -\cos A \cos \varepsilon \frac{\cos \frac{1}{2}(D+\delta)}{\cos D}$$

und setzen

$$m \sin M = h \sin (H + p) \qquad m' \sin M' = \frac{1}{\Delta} h \cos (H + p)$$
$$m \cos M = f \sin (F + p) \qquad m' \cos M' = \frac{1}{\Delta} f \cos (F + p).$$

Damit erhalten wir dann die einfachen Ausdrücke

$$d\Delta = \pi R m \cos (\odot - M) \qquad dp = \pi R m' \cos(\odot - M').$$

Die Hülfsgrössen sind in Folge der Präcession langsamen Aenderungen unterworfen; wegen der Kleinheit des π kann man in der Regel davon absehen, will man aber streng verfahren, so berechnet man die Hülfsgrössen für 2 Epochen und interpolirt zwischen denselben.

Zur Aufstellung der Bedingungsgleichungen haben wir nun noch die verschiedenen anderen Correctionen zu berücksichtigen. Die Präcession und Nutation bewirkt nur eine Aenderung des Positionswinkels; an den beobachteten Positionswinkel ist zur Reduction auf den Jahresanfang, wie in den betreffenden Artikeln nachzusehen ist, die Reduction anzubringen

$$-An \sin A \sec D - B \cos A \sec D,$$

wo A, B die Bessel'schen Hülfsgrössen, n die Präcessionsconstante für die Deklination $= 20''05$ . . . . bedeutet.

Zur Berücksichtigung der Wirkung der Aberration haben wir uns derselben Formeln zu bedienen, wie für die Parallaxe, nur ist $\odot$ zu vertauschen mit $\odot - 90°$, folglich ist an die beobachteten mit Aberration behafteten Werthe die Correction anzubringen

$$d\Delta = -km \sin (\odot - M) \qquad dp = -km' \sin (\odot - M')$$

und wenn der Vergleichstern die Aberrationsconstante $k + \Delta k$ verlangt, so hätten wir in den Beobachtungen noch die Wirkung

$$d\Delta = \Delta k m \sin (\odot - M) \qquad dp = \Delta k m' \sin (\odot - M').$$

Endlich ist noch die Eigenbewegung des zu untersuchenden Sternes zu berücksichtigen. Nennen wir dieselben $d\alpha$, $d\delta$, und τ die Zeit seit Jahresanfang, so bestehen für den Zeitpunkt der Beobachtung die Gleichungen:

$$\Delta \sin p = (A + \tau d\alpha - \alpha) \cos \tfrac{1}{2} (D + \delta) \qquad \Delta \cos p = (D + \tau d\delta - \delta),$$

während für den Jahresanfang

$$\Delta_0 \sin p_0 = (A - \alpha) \cos \tfrac{1}{2} (D + \delta) \qquad \Delta_0 \cos p_0 = (D - \delta)$$

wäre. Setzen wir daher

$$s \sin \varphi = d\alpha \cos \tfrac{1}{2} (D + \delta) \qquad s \cos \varphi = d\delta,$$

so dass s die Eigenbewegung im Bogen grössten Kreises, φ ihr Positionswinkel ist, so wird

$$\Delta \sin p - \Delta_0 \sin p_0 = \tau s \sin \varphi \qquad \Delta \cos p - \Delta_0 \cos p_0 = \tau s \cos \varphi.$$

Also wird

$$\Delta \sin (p - p_0) = \tau s \sin (\varphi - p_0) \quad \Delta \cos (p - p_0) = \Delta_0 + \tau s \cos (\varphi - p_0),$$

woraus folgt, da wir rechts p und p_0 vertauschen dürfen,

$$tang (p - p_0) = \frac{\tau \frac{s}{\Delta} \sin (\varphi - p)}{1 + \tau \frac{s}{\Delta} \cos (\varphi - p)} \qquad \Delta^2 = \Delta_0^2 + 2\tau\Delta s \cos (\varphi - p) + \tau^2 s^2.$$

Entwickeln wir nach dem binomischen Lehrsatz, so ergiebt der Ausdruck für $tang (p - p_0)$

$$p_0 = p - \tau \frac{s}{\Delta} \frac{\sin (\varphi - p)}{\sin 1''} + \frac{\tau^2}{2} \frac{s^2}{\Delta^2} \frac{\sin 2 (\varphi - p)}{\sin 1''} \ldots .$$

Der zweite Ausdruck giebt

$$\Delta_0 = \Delta \left(1 - 2\tau \frac{s}{\Delta} \cos (\varphi - p) - \tau^2 \frac{s^2}{\Delta^2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= \Delta \left(1 - \tau \frac{s}{\Delta} \cos (\varphi - p) - \frac{\tau^2}{2} \frac{s^2}{\Delta^2} [1 - \cos^2 (\varphi - p)] + \ldots \right)$$

$$\Delta_0 = \Delta - \tau s \cos (\varphi - p) - \frac{\tau^2}{2} \frac{s^2}{\Delta} \sin^2 (\varphi - p).$$

Hiernach haben wir aus den beobachteten Werthen der Distanz und des Positionswinkels zunächst folgende auf den Jahresanfang und von Aberration befreite Werthe zu bilden:

$$\Delta_0' = \Delta - km \sin (\odot - M) - \tau s \cos (\varphi - p) - \frac{\tau^2}{2} \frac{s}{\Delta} s \sin^2 (\varphi - p)$$

$$p_0' = p - An \sin A \sec D - B \cos A \sec D - km' \sin (\odot - M') +$$
$$- \tau \frac{s}{\Delta} \frac{\sin (\varphi - p)}{\sin 1''} + \frac{\tau^2}{2} \frac{s^2}{\Delta^2} \frac{\sin 2 (\varphi - p)}{\sin 1''}$$

und haben dann zur Bestimmung der wahren Werthe von Δ und p, sowie der Parallaxe und des Unterschiedes der Aberrationsconstanten die Bedingungsgleichungen unter Berücksichtigung einer aus den Fehlern der Eigenbewegung hervorgehenden Correction:

$$\Delta'_0 = \Delta_0 + \tau d\Delta + \pi R m \cos (\odot - M) + \Delta k m \sin (\odot - M)$$
$$p'_0 = p_0 + \tau dp + \pi R m' \cos (\odot - M') + \Delta k m' \sin (\odot - M').$$

Dieses ist diejenige Methode, die, seit Bessel mit ihrer Hülfe die erste, keinem Zweifel mehr unterworfene, Parallaxe, die von 61 Cygni bestimmte, in der Folge für die genauesten Bestimmungen angewandt ist. Sie hat uns durch die Beobachtungen auf der Sternwarte am Cap der guten Hoffnung und zu New-Haven durch Gill und Elkin zu einer Reihe sehr gut verbürgter Parallaxen geführt.

es noch (sammt dem Niveau) mit einem geringen Uebergewichte in die Zapfenlager sicher einfällt, ohne diese stark abzunützen (die Zapfen sind gewöhnlich aus hartem, polirtem Stahl, das Lager aus Rothguss). Die Säulen *T* ruhen nicht fest auf der Bodenplatte *B*, auf welcher die Zapfenträger *Z* festgeschraubt sind, sondern sind behufs Umlegung des Instrumentes durch passende Bügel, welche dem Niveau hinreichend Raum geben, mit dem massiven horizontalen Arm *P* verbunden, der auch den Körper *k'* für die Klemme und Feinbewegung trägt, und auf der Säule *Q* ruht, welche mittels der Handhabe *H* durch ein Excenter gehoben und gesenkt werden kann. Die richtige Stellung von *P* wird durch vier niedrige Säulchen *p*, zwischen denen der Arm nach jeder Umlegung einfällt, gesichert. Durch Umlegen des Armes *H* auf die andere Seite wird das Instrument sammt Klemmvorrichtung und Niveau so weit gehoben, dass es bequem über den Lagern *Z*, *ζ* und den Säulchen *p* hinweggedreht werden kann. Das Senken des Instrumentes muss sehr langsam und mit der äussersten Vorsicht stattfinden, um einseitigen Druck auf die Zapfenlager zu vermeiden.

Die *V*-förmigen Lager des Niveaus *N* liegen in denselben Querschnitten wie die *V*-förmigen Lager von *ζ*; neben denselben ruht aber das Niveau auf kleinen Röllchen, welche in entsprechender Weise vereinigt durch einen Stift in dem Federgehäuse φ herabgedrückt werden. Die Stärke der Feder ist ausreichend, damit das Gewicht des Niveaus zum grössten Theile auf den Röllchen ruht, und nur ein kleines Uebergewicht für das sichere Einfallen auf den Zapfen resultirt[1]).

Die Bodenplatte *B* ruht auf einer Seite mit zwei Füsschen *F*, auf der anderen Seite mittels der Schraube *R* auf der auf einem Pfeiler festgegypsten Grundplatte *A*. Die Schraube *R* dient zur Correction der Neigung; behufs Correction im Azimute ist eine Nase der Bodenplatte *B* zwischen zwei Schrauben *f*, deren Muttern in einem auf der Grundplatte *A* festgeschraubten Bügel sind, beweglich.

Das Passageninstrument wird vorzugsweise in zwei Aufstellungen verwendet, als Passageninstrument im Meridian und im ersten Vertical.

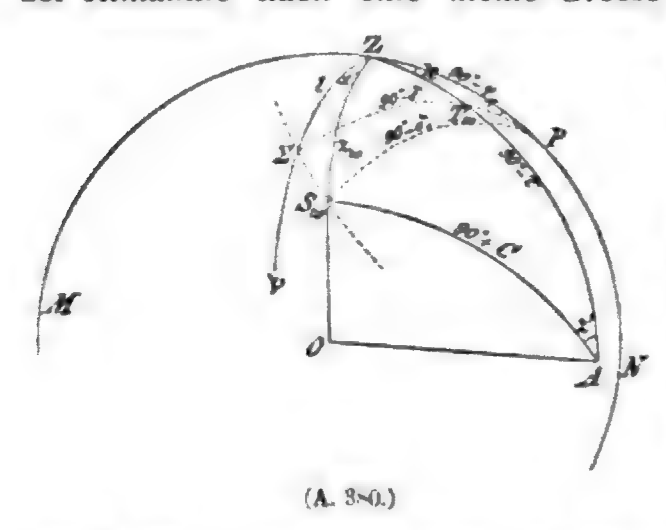
Die Benutzung des Passageninstrumentes im Meridian ist vollständig identisch derjenigen des Meridiankreises zu Sterndurchgängen und ist dem beim Meridiankreise in dieser Richtung bemerkten nichts weiter hinzuzufügen, da, um unnöthige Wiederholungen zu vermeiden, auf die bei dem Meridiankreise nicht übliche aber beim Passageninstrumente in überwiegender Mehrzahl verwendete Construction des gebrochenen Fernrohres auch bereits dort Rücksicht genommen wurde.

Das Passageninstrument im ersten Verticale wurde bereits von OLAUS RÖMER vorgeschlagen, und von HORREBOW empfohlen; aber erst nach den Untersuchungen von BESSEL und HANSEN gelangte dasselbe zu eingehender Würdigung. In dem Artikel »Polhöhenbestimmung« wird gezeigt, dass Durchgänge von Sternen im selben Höhenkreise auf der Ost- und Westseite für Polhöhenbestimmungen dann am günstigsten werden, wenn man als Höhenkreis den ersten Vertical wählt. Eine nahe Orientirung des Instrumentes ist leicht zu erzielen, wenn man sich, am besten mit einem Universalinstrument, die Richtung des Meridians und dann sofort die darauf senkrechte ermittelt. Eine genaue

[1]) Von manchen anderen Entlastungseinrichtungen mag noch diejenige erwähnt werden, bei welcher Verlängerungen des horizontalen Armes des Niveaus *N* in Nischen der Ständer *Z* auf Federn ruhen oder durch Gewichte am äusseren Arme eines zweiarmigen Hebels gehoben werden.

Orientirung geschieht nach der Bestimmung der Instrumentalfehler selbst, doch wird man stets wieder die Abweichungen des Instrumentes von seiner theoretisch geforderten Lage in Rechnung ziehen müssen.

Sei Z (Fig. 380) das Zenith, P der Pol, S ein in der Nähe des Westverticales in dem Stundenwinkel T beobachteter Stern; das zugehörige Azimuth wird, wenn ZV der erste Vertical, also $NZV = 90°$ ist, $NZS = 90° - a$ sein, wobei a der Annahme nach eine kleine Grösse ist. Ist das Instrument fehlerfrei aufgestellt, so wird die Achse OA desselben horizontal und genau nach Norden gerichtet sein, und die optische Achse OS des Instrumentes senkrecht auf der Achse OA stehen. Seien die als klein vorausgesetzten Instrumentalfehler: i die Neigung der Achse, positiv, wenn das nördliche Achsenende das höhere ist, k das Azimuth der Achse, positiv von Norden gegen Westen (bezw. von Süden gegen Osten) gezählt, C der Collimationsfehler des Fadens (also gleich dem Collimationsfehler des Mittelfadens, mehr dem Abstande des Seitenfadens vom Mittelfaden) positiv, wenn der Winkel $SOA > 90°$ ist, so ist $ZA = 90° - i$, $ZS = z$, $SA = 90° + C$, $NZA = k$.



(A. 380.)

Aus dem Dreiecke ZSA (bezw. dem analogen auf der Ostseite gelegenen) erhält man, wenn die auf den Westvertical bezüglichen Grössen mit dem Index w, die auf den Ostvertical bezüglichen mit dem Index o versehen werden:

$$\begin{aligned} \cos(90° + C) &= \cos z_w \sin i + \sin z_w \cos i \cos(90° - a - k) \\ -\sin C &= \sin i \cos z_w + \cos i \sin z_w \sin a_w \cos k + \cos i \sin z_w \cos a_w \sin k \\ -\sin C &= \sin i \cos z_o - \cos i \sin z_o \sin a_o \cos k - \cos i \sin z_o \cos a_o \sin k. \end{aligned} \tag{1}$$

Nun hat man

$$\begin{aligned} \cos z &= \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos t \\ \sin z \cos A &= -\cos\varphi \sin\delta + \sin\varphi \cos\delta \cos t \\ \sin z \sin A &= \cos\delta \sin t, \end{aligned}$$

wenn A das von Süd über West gezählte Azimuth und t der von Süd über West gezählte Stundenwinkel ist. Nennt man T_w, T_o die absolut genommenen Stundenwinkel bei der West- bezw. Ostbeobachtung, also $t = T_w$, $360° - t = T_o$, und berücksichtigt, dass für den Westvertical $A = 90° + a_w$, für den Ostvertical $A = 270° + a_o$ ist, so folgt:

$$\begin{aligned} \sin z_w \sin a_w &= +\cos\varphi \sin\delta - \sin\varphi \cos\delta \cos T_w \\ \sin z_w \cos a_w &= +\cos\delta \sin T_w \\ \sin z_o \sin a_o &= -\cos\varphi \sin\delta + \sin\varphi \cos\delta \cos T_o \\ \sin z_o \cos a_o &= +\cos\delta \sin T_o, \end{aligned} \tag{2}$$

wodurch die Gleichungen (1) in die folgenden übergehen:

$$-\sin C = \sin i \cos z_w + \cos i \cos k \sin z_w \sin a_w + \cos i \sin k \cos\delta \sin T_w$$

und ebenso die zweite, aus welchen

$$\begin{aligned} \sin z_w \sin a_w &= -\frac{\tang i}{\cos k} \cos z_w - \tang k \cos\delta \sin T_w - \frac{\sin C}{\cos i \cos k} \\ \sin z_o \sin a_o &= +\frac{\tang i}{\cos k} \cos z_o - \tang k \cos\delta \sin T_o + \frac{\sin C}{\cos i \cos k} \end{aligned} \tag{3}$$

folgt. Die Gleichungen (3) geben den einem gewissen Sterne in einem gegebenen Stundenwinkel entsprechenden Werth von $\sin z \sin a$, auf den es hier wesentlich ankommt, ausgedrückt durch die Instrumentalfehler i, k, C. Die Gleichungen sind noch völlig strenge, d. h. giltig für jeden beliebigen Werth der Instrumentalfehler. a_w und a_o sind positiv, wenn (sowohl im Ost- wie im Westverticale) der Stern nach dem Durchgange durch den ersten Vertical beobachtet wird.

Substituirt man in die Gleichungen (3) für $\sin z \sin a$ den Werth aus (2), so erhält man

$$\sin\varphi\cos\delta\cos T - \cos\varphi\sin\delta = \frac{tang\, i}{\cos k}\cos z \pm tang\, k\cos\delta\sin T + \frac{\sin C}{\cos i\cos k} \tag{4}$$

wo das obere Zeichen für Stern West, das untere für Stern Ost gilt.

Für den Durchgang durch den ersten Vertical gelten die Gleichungen

$$\begin{aligned} &\sin\delta = \sin\varphi\cos\zeta \quad (a) \qquad tang\,\varphi = tang\,\delta\sec\tau \quad (c) \\ &\sin\zeta = \cos\delta\sin\tau \quad (b) \qquad tang\,\zeta = \cos\varphi\, tang\,\tau \quad (d) \\ &\qquad cotang\,\varphi\sin\delta = cotang\,\tau\sin\zeta, \quad (e) \end{aligned} \tag{5}$$

wenn man mit ζ und τ Zenithdistanz und Stundenwinkel im ersten Verticale bezeichnet, beide Werthe ebenfalls ohne Rücksicht auf das Vorzeichen. Die Gleichung 5 c) ist identisch mit

$$0 = \sin\delta\cos\varphi - \cos\delta\sin\varphi\cos\tau.$$

Subtrahirt man diese Gleichung von der ersten Gleichung (2) und addirt sie zur dritten, so erhält man

$$\begin{aligned} (\cos\tau - \cos T_w)\cos\delta\sin\varphi &= \sin z_w \sin a_w \\ (\cos T_o - \cos\tau)\cos\delta\sin\varphi &= \sin z_o \sin a_o \\ 2\sin\tfrac{1}{2}(\tau + T_w)\sin\tfrac{1}{2}(T_w - \tau)\cos\delta\sin\varphi &= \sin z_w \sin a_w \\ 2\sin\tfrac{1}{2}(\tau + T_o)\sin\tfrac{1}{2}(\tau - T_o)\cos\delta\sin\varphi &= \sin z_o \sin a_o. \end{aligned} \tag{6}$$

Auch diese Gleichungen gelten noch für jede beliebige Abweichung des Instrumentes vom ersten Verticale. Im Folgenden soll nun aber das Instrument als sehr nahe im ersten Verticale orientirt angesehen werden; die Orientirungsfehler i, k sind dann stets nur wenige Bogensecunden, und nur bezüglich C, welches auch mehrere Bogenminuten werden kann, kann nicht dieselbe Voraussetzung gemacht werden. In allen Fallen aber wird es ausreichen, in den Entwickelungen die ersten Potenzen von i, k und die dritten Potenzen von C mitzunehmen, da für jene Fälle, wo die höheren Potenzen merklich werden, eine Rechnung nach geschlossenen Formeln vorzuziehen sein wird.

Sei also in den Gleichungen (6):

$$\begin{aligned} &\sin z_w \sin a_w = y_w \qquad \tfrac{1}{2}(T_w - \tau) = u_w \\ &\sin z_o \sin a_o = y_o \qquad \tfrac{1}{2}(\tau - T_o) = u_o, \end{aligned} \tag{7}$$

so erhält man

$$\begin{aligned} 2\sin(\tau + u_w)\sin u_w\cos\delta\sin\varphi = y_w &= -\,i\cos z_w - k\cos\delta\sin T_w - \sin C \\ 2\sin(\tau - u_o)\sin u_o\cos\delta\sin\varphi = y_o &= +\,i\cos z_o - k\cos\delta\sin T_o + \sin C. \end{aligned} \tag{8}$$

Aus der Gleichung

$$\sin(M \pm \xi)\sin\xi = \sin M\cdot\eta$$

folgt aber für kleine Werthe von ξ und η, deren dritte Potenzen[1]) noch berücksichtigt werden:

$$\sin\xi\cos\xi \pm cotang\, M\sin^2\xi = \xi \pm \xi^2\, cotang\, M - \tfrac{2}{3}\xi^3 = \eta$$
$$\xi = \eta \mp \eta^2\, cotang\, M + \tfrac{2}{3}\eta^3(1 + 3\, cotang^2 M).$$

[1]) η wird hier von der Ordnung $y\, cosec\, \tau$, daher für zenithnahe Sterne wesentlich vergrössert.

Man erhält daher aus (8), indem $M = \tau$, $\eta = \frac{y}{2\cos\delta\sin\varphi\sin\tau} = \frac{y}{2\sin\varphi\sin\zeta}$ gesetzt wird:

$$u = \frac{y}{2\sin\varphi\sin\zeta} \mp \frac{y^2 \cot\tau}{4\sin^2\varphi\sin^2\zeta} + \frac{1}{12}\frac{y^3(1 + 3\cot^2\tau)}{\sin^3\varphi\sin^3\zeta}. \tag{9}$$

Sind Θ_w, Θ_o die Sternzeiten des Durchganges des Sternes durch den ersten Vertical, ϑ_w, ϑ_o die beobachteten Uhrzeiten, also $\vartheta_w + x$, $\vartheta_o + x'$ die zugehörigen Sternzeiten, wenn x, x' die wegen Uhrgang in der Zwischenzeit verschiedenen Uhrstände sind, so ist

$$u_w = \tfrac{1}{2}(T_w - \tau) = \tfrac{1}{2}(\vartheta_w + x - \Theta_w)$$
$$u_o = \tfrac{1}{2}(\tau - T_o) = \tfrac{1}{2}(\vartheta_o + x' - \Theta_o).$$

Substituirt man in diesen Gleichungen die Werthe für u und y, so hätte man in y^2 und y^3 noch die Produkte iC und kC mitzunehmen, da dieselben für zenithnahe Sterne noch wegen der kleinen Divisoren merkliche Werthe erhalten; setzt man jedoch für den Mittelfaden den Collimationsfehler c sehr klein voraus, und ist f_s die Distanz eines südlichen Fadens, f_n diejenige eines nördlichen Fadens, so wird man

$$y_w' = -i\cos z_w - k\cos\delta\sin T_w - c$$
$$y_o' = +i\cos z_o - k\cos\delta\sin T_o + c$$

als sehr kleine Grössen ansehen können, deren Quadrate man vernachlässigen kann, und es wird

$$y_w = y_w' - \sin f_s;\quad y_o = y_o' + \sin f_s;\quad y_w = y_w' + \sin f_n;\quad y_o = y_o' - \sin f_n,$$

und es werden die Produkte $y'\sin f$ noch beizubehalten sein, wenn $\sin\zeta$ oder $\sin\tau$ im Nenner auftritt. Dann wird:

$$\begin{aligned}\Theta_w &= \vartheta_w + R_s + x + \eta_w(1 + \Psi_s \cot\tau);\quad \Theta_w = \vartheta_w - R_n + x + \eta_w(1 - \Psi_n \cot\tau)\\ \Theta_o &= \vartheta_o - R_s + x' + \eta_o(1 + \Psi_s \cot\tau);\quad \Theta_o = \vartheta_o + R_n + x' + \eta_o(1 - \Psi_n \cot\tau)\end{aligned} \tag{10}$$

wobei

$$\begin{aligned}R_s &= \Psi_s + \tfrac{1}{2}\Psi_s^2 \cot\tau + \tfrac{1}{6}\Psi_s^3(1 + 3\cot^2\tau);\quad \eta_w = -\frac{y_w'}{\sin\varphi\sin\zeta};\quad \Psi_s = \frac{\sin f_s}{\sin\varphi\sin\zeta}\\ R_n &= \Psi_n - \tfrac{1}{2}\Psi_n^2 \cot\tau + \tfrac{1}{6}\Psi_n^3(1 + 3\cot^2\tau);\quad \eta_o = -\frac{y_o'}{\sin\varphi\sin\zeta};\quad \Psi_n = \frac{\sin f_n}{\sin\varphi\sin\zeta}\end{aligned} \tag{10a}$$

ist. Die Werthe R_s, R_n sind die Reductionen der Seitenfäden auf den Mittelfaden; ist das Instrument nicht genau orientirt (i, k, c nicht gleich Null), so tritt noch ein von der Summe der Orientirungsfehler η abhängiges Glied hinzu; da man aber in dem Produkte $\eta\Psi$ einfach $\Psi_s = R_s$: $\Psi_n = R_n$ setzen kann, so folgt als Reduction auf den Mittelfaden

$$\begin{aligned}&\text{für Stern West südliche Fäden} && +R_s(1 + \eta_w \cot\tau);\\ &\text{,, ,, ,, nördliche ,,} && -R_n(1 + \eta_w \cot\tau);\\ &\text{,, ,, Ost südliche ,,} && -R_s(1 - \eta_o \cot\tau)\\ &\text{,, ,, ,, nördliche ,,} && +R_n(1 - \eta_o \cot\tau)\end{aligned} \tag{11a}$$

und dann wird, wenn ϑ bereits die auf den Mittelfaden reducirte Durchgangszeit ist:

$$\begin{aligned}&\text{für Stern West:} && \Theta_w = \vartheta_w + x + \eta_w\\ &\text{für Stern Ost:} && \Theta_o = \vartheta_o + x' + \eta_o.\end{aligned} \tag{11b}$$

Diese Gleichungen sind abgeleitet unter der Voraussetzung, dass der Winkel der Absehlinie mit dem nördlichen Axenende $90° + c$ ist. Setzt man also voraus, dass dies der Winkel zwischen der Absehlinie und dem Kreisende ist, so gelten diese Gleichungen für Kreis Nord; für Kreis Süd wird dann der Winkel

zwischen der optischen Achse und dem nördlichen Kreisende $90° - c$; man erhält daher die Gleichungen für Kreis Süd, indem man das Zeichen von c in den Endgleichungen umkehrt. Selbstverständlich werden dann aber die früher südlichen Fäden nördlich liegen; die Reductionen werden aber für jeden Faden in derselben Weise ausgedrückt werden, nur werden jetzt die Fadendistanzen gemäss der geänderten Fadenreihe andere. Man hat daher für:

$$\begin{aligned}
&\text{Kreis Nord, Stern West: } \Theta_w = \vartheta_w + x + \frac{i_w}{\sin\varphi\,\tan g\,\zeta} + \frac{k}{\sin\varphi} + \frac{c}{\sin\varphi\,\sin\zeta}\\
&\text{Kreis Nord, Stern Ost: } \Theta_o = \vartheta_o + x' - \frac{i_o}{\sin\varphi\,\tan g\,\zeta} + \frac{k}{\sin\varphi} - \frac{c}{\sin\varphi\,\sin\zeta}\\
&\text{Kreis Süd, Stern West: } \Theta_w = \vartheta_w + x'' + \frac{i_w'}{\sin\varphi\,\tan g\,\zeta} + \frac{k}{\sin\varphi} - \frac{c}{\sin\varphi\,\sin\zeta}\\
&\text{Kreis Süd, Stern Ost: } \Theta_o = \vartheta_o + x''' - \frac{i_o'}{\sin\varphi\,\tan g\,\zeta} + \frac{k}{\sin\varphi} + \frac{c}{\sin\varphi\,\sin\zeta}
\end{aligned} \quad \text{(I)}$$

Die Reduktionen auf den Mittelfaden folgen nach

$$\Psi = \frac{f}{\sin\varphi\,\sin\zeta}; \quad R = \Psi \pm \frac{15\,arc\,1''}{2}\,\Psi^2 \cot\tau \begin{cases}\text{südliche}\\ \text{nördliche}\end{cases} \text{Fäden}$$

$$\text{Reduktion} = \begin{cases} R\left(1 + \dfrac{i\cos z + k\cos\delta\sin T_w \pm c}{\sin\varphi\,\sin\zeta\,\tan g\,\tau}\right) \text{ Stern West}\\[2ex] R\left(1 + \dfrac{i\cos z - k\cos\delta\sin T_o \pm c}{\sin\varphi\,\sin\zeta\,\tan g\,\tau}\right) \text{ Stern Ost.}\end{cases} \quad \text{(II)}$$

Bei sehr zenithnahen Sternen wird die Reihe in (II) wegen ihrer schwachen Convergenz unbrauchbar, und es wird daher besser, andere Reductionsformeln anzuwenden. Um solche zu erhalten, seien ganz allgemein z, t Zenithdistanz und Stundenwinkel für ein gewisses Azimuth a, und z_0, t_0, a_0 dieselben Grössen für einen anderen Moment, so ist

$$\begin{aligned}
\cos t\sin\varphi\cos\delta &= \cos\varphi\sin\delta \mp \sin z\sin a \qquad & \cos z\sin\varphi &= \sin\delta \mp \cos\varphi\sin z\sin a\\
\cos t_0\sin\varphi\cos\delta &= \cos\varphi\sin\delta \mp \sin z_0\sin a_0 \qquad & \cos z_0\sin\varphi &= \sin\delta \mp \cos\varphi\sin z_0\sin a_0,
\end{aligned}$$

wo die oberen Zeichen für Stern West, die unteren für Stern Ost gelten. Hieraus folgt:

$$\begin{aligned}
(\cos t_0 - \cos t)\sin\varphi\cos\delta &= \mp(\sin z_0\sin a_0 - \sin z\sin a)\\
(\cos z_0 - \cos z)\sin\varphi &= \mp(\sin z_0\sin a_0 - \sin z\sin a)
\end{aligned} \quad (12)$$

$$\frac{\cos z_0 - \cos z}{\cos t_0 - \cos t} = \cos\varphi\cos\delta. \quad (12a)$$

Nun ist

$$\begin{aligned}
\sin z\sin a &= \mp i\cos z - k\cos\delta\sin t \mp \sin C\\
\sin z_0\sin a_0 &= \mp \cos z_0 - k\cos\delta\sin t_0 \mp \sin C_0,
\end{aligned}$$

in welchen Gleichungen die Aufstellungsfehler i, k dieselben sind, aber die verschiedenen Zeitmomente Beobachtungen an verschiedenen Fäden entsprechen, deren sphärische Abstände von dem nördlichen Achsenende $90° + C$ und $90° + C_0$ sind. Es wird daher:

$$\begin{aligned}
\sin z_0\sin a_0 - \sin z\sin a &= \mp i(\cos z_0 - \cos z) - k\cos\delta(\sin t_0 - \sin t) \mp (\sin C_0 - \sin C)\\
&= \mp 2i\cos\varphi\cos\delta\sin\tfrac{1}{2}(t - t_0)\sin\tfrac{1}{2}(t + t_0) + \\
&\quad + 2k\cos\delta\sin\tfrac{1}{2}(t - t_0)\cos\tfrac{1}{2}(t + t_0) \pm 2\sin\tfrac{1}{2}(C - C_0)\cos\tfrac{1}{2}(C + C_0).
\end{aligned}$$

Setzt man daher $t_0 - t = l$, $C - C_0 = f$, so folgt aus der ersten Gleichung (12):

$$\begin{aligned}
2\sin\tfrac{1}{2}l\sin(t_0 - \tfrac{1}{2}l)\sin\varphi\cos\delta &= + 2\sin\tfrac{1}{2}f\cos(\tfrac{1}{2}f + C_0) + \\
&\quad + 2i\cos\varphi\cos\delta\sin\tfrac{1}{2}l\sin(t_0 - \tfrac{1}{2}l) \mp 2k\cos\delta\sin\tfrac{1}{2}l\cos(t_0 - \tfrac{1}{2}l)
\end{aligned}$$

und da $2\sin\tfrac{1}{2}f\cos(\tfrac{1}{2}f + C_0) = 2\sin\tfrac{1}{2}f\cos\tfrac{1}{2}f\cos C_0 - 2\sin^2\tfrac{1}{2}f\sin C_0$ ist:

$$2\sin\tfrac{1}{2}l\sin(t_0-\tfrac{1}{2}l)\sin\varphi\cos\delta[1-i\,cotang\,\varphi\pm k\,cotang(t_0-\tfrac{1}{2}l)\,cosec\,\varphi]= \\ =\sin f\cos C_0[1-tang\tfrac{1}{2}f\,tang\,C_0]. \tag{13}$$

Da nun für kleine Werthe der μ: $\sin(m+\mu)=\sin m+\mu\cos m=\sin m[1+\mu\,cotang\,m]$ ist, so wird die linke Seite von (13):

$$2\sin\tfrac{1}{2}l\sin(t_0-\tfrac{1}{2}l)\sin\varphi\cos\delta[1-i\,cotang\,\varphi][1\pm k\,cotang(t_0-\tfrac{1}{2}l)\,cosec\,\varphi] \\ =2\sin\tfrac{1}{2}l\sin(t_0-\tfrac{1}{2}l\pm k\,cosec\,\varphi)\sin(\varphi-i)\cos\delta.$$

Man erhält daher, da für südliche Fäden f und l positiv, für nördliche aber f und l negativ sind, wenn man in beiden Fällen die absoluten Werthe einführt:

$$\text{für südliche Fäden: } \sin\tfrac{1}{2}l\sin(t_0\pm k\,cosec\,\varphi-\tfrac{1}{2}l)=\frac{\sin\tfrac{1}{2}f\cos(C_0+\tfrac{1}{2}f)}{\sin(\varphi-i)\cos\delta}$$

$$\text{für nördliche Fäden: } \sin\tfrac{1}{2}l\sin(t_0\pm k\,cosec\,\varphi+\tfrac{1}{2}l)=\frac{\sin\tfrac{1}{2}f\cos(C_0-\tfrac{1}{2}f)}{\sin(\varphi-i)\cos\delta}. \tag{III}$$

Aus diesen Gleichungen kann l bestimmt werden; die Correction $k\,cosec\,\varphi$ ist positiv für Stern West, negativ für Stern Ost; C_0 ist gleich $+$ oder $-c$, je nachdem bei Kreis Nord oder Süd beobachtet wird. Statt der Zähler rechts kann man setzen

$$\sin\tfrac{1}{2}f\cos(C_0\pm\tfrac{1}{2}f)=\tfrac{1}{2}\sin f\cos C_0[1-\tfrac{1}{2}C_0 f\,arc\,1''^2]=\tfrac{1}{2}\sin f.$$

Bei einem fest aufgestellten Instrumente, für welches φ als constant angesehen werden kann, wird man übrigens besser thun, die Reductionen für gegebene Deklinationen nach der Formel

$$\sin\tfrac{1}{2}l_0\sin(t_0\mp\tfrac{1}{2}l_0)=\frac{\sin f}{2\sin\varphi\cos\delta} \tag{IVa}$$

vorzunehmen, welche von den Instrumentalfehlern unabhängig ist; zur Bestimmung des wahren Werthes l der Reduction aber müssen noch die Instrumentalfehler berücksichtigt werden. Da aber nach (13)

$$\sin\tfrac{1}{2}l\sin(t_0\mp\tfrac{1}{2}l)=\frac{\sin f}{2\sin\varphi\cos\delta}[1+i\,cotang\,\varphi\mp k\,cotang(t_0-\tfrac{1}{2}l)\,cosec\,\varphi]$$

ist, so wird

$$\frac{\sin\tfrac{1}{2}(l-l_0)\sin[t_0\mp\tfrac{1}{2}(l+l_0)]}{\sin\tfrac{1}{2}l_0\sin(t_0\mp\tfrac{1}{2}l_0)}=+i\,cotang\,\varphi\mp k\,cotang(t_0\mp\tfrac{1}{2}l)\,cosec\,\varphi,$$

wofür man ausreichend genau setzen kann

$$l-l_0=2\frac{\sin(t_0\mp\tfrac{1}{2}l_0)}{\sin(t_0\mp l_0)}\sin\tfrac{1}{2}l_0[+i\,cotang\,\varphi\mp k\,cotang(t_0-\tfrac{1}{2}l_0)\,cosec\,\varphi].$$

Das Zeichen bei k ist positiv oder negativ für Stern West oder Ost; von den anderen Doppelzeichen gelten die oberen für südliche, die unteren für nördliche Fäden. Seien die Coefficienten

$$\left.\begin{aligned}2\frac{\sin(t_0\mp\tfrac{1}{2}l_0)}{\sin(t_0\mp l_0)}\sin\tfrac{1}{2}l_0\,cotang\,\varphi=a\\ 2\frac{\cos(t_0\mp\tfrac{1}{2}l_0)}{\sin(t_0\mp l_0)}\sin\tfrac{1}{2}l_0\,cosec\,\varphi=b\end{aligned}\right\}\begin{aligned}&-\text{ für südliche Fäden}\\ &+\text{ für nördliche Fäden}\end{aligned} \tag{IV b}$$

so wird

$$l-l_0=ai\mp bk. \qquad -\text{ für Stern West; }+\text{ für Stern Ost.}$$

Die Werthe von a, b können leicht für eine gegebene grographische Breite mit den Argumenten t_0 und l_0 tabulirt werden.

Seien nun die Durchgänge auf den Mittelfaden reducirt, so hat man es

nur mehr mit den Gleichungen (I) zu thun. Zur Bestimmung der Polhöhe dient die Formel[1])

$$tang\,\varphi = \frac{tang\,\delta}{cos\,\frac{1}{2}(\theta_w - \theta_o)} \tag{14}$$

und man bedarf zur Berechnung derselben des Stundenwinkels $\tau = \frac{1}{2}(\theta_w - \theta_o)$ im ersten Vertical, der nach den folgenden Beobachtungsmethoden bestimmt werden kann.

1) Man beobachtet denselben Stern im Ost- und Westvertical in derselben Kreislage. Dann ist

$$\tau = \frac{1}{2}(\theta_w - \theta_o) = \frac{1}{2}(\theta_w - \theta_o + \Delta x) + \frac{1}{2}\frac{i + i'}{sin\,\varphi\,tang\,\zeta} \pm \frac{c}{sin\,\varphi\,sin\,\zeta} \tag{15}$$

wobei das positive Zeichen für Kreis Nord, das negative für Kreis Süd gilt, und Δx die Aenderung des Uhrstandes, also der Uhrgang in der Zwischenzeit ist. Hierbei bedarf es daher der Kenntniss des Collimationsfehlers, welcher z. B. aus terrestrischen Objecten mittels eines Azimuthzeichens und Schraube (wie beim Passageninstrument im Meridian) bestimmt werden kann.

2) Man beobachtet denselben Stern im Ost- und Westverticale in geänderter Kreislage. Unter Annahme eines constanten c und k fallen die von denselben abhängigen Glieder in der Differenz $\theta_w - \theta_o$ weg; man hat daher

$$\tau = \frac{1}{2}(\theta_w - \theta_o) = \frac{1}{2}(\theta_w - \theta_o + \Delta x) + \frac{1}{2}\frac{(i + i')}{sin\,\varphi\,tang\,\zeta}. \tag{16}$$

Da bei umgelegtem Instrumente beobachtet wird, so fällt hier im Mittel der Neigungen auch die Zapfengleichung heraus.

3) W. Struve's Methode: Man legt bei sehr zenithnahen Sternen während des Durchganges im Osten, und ebenso während des Durchganges im Westen, um; man erhält dann aus den Beobachtungen desselben Sternes alle vier Gleichungen (I) und kann dann nebst θ_w und θ_o auch k und c bestimmen.

Zwischen dem Durchgange durch den Ost- und Westvertical vergehen aber, wenn die Meridianzenithdistanz etwas grösser ist, schon mehrere Stunden. Bei grossen, fest aufgestellten Instrumenten kann man sich vielleicht auf die Constanz des Azimuthes verlassen; bei den transportabeln Instrumenten, welche bei den astronomisch-geodätischen Arbeiten benützt werden, kann die Inconstanz des Azimuthes nicht unbedeutende Fehler erzeugen. Man wird jedoch diesen Fehler vermeiden, wenn man die Dauer der Beobachtungen möglichst abkürzt, was nur möglich ist, wenn man zwei rasch hinter einander durch den Vertical gehende Sterne beobachtet. Allerdings wird man mit Rücksicht auf die geringe Geschwindigkeit der Sterne die Zwischenzeit zwischen den Beobachtungen beider Sterne nicht unter ein gewisses Maass herabdrücken können, wenn man die Zahl der zu beobachtenden Fadenantritte nicht verringern will, doch wird man durch Beobachtung mehrerer passender Sterne zu verschiedenen Zeiten das Azimuth selbst, eventuell dessen Aenderung, mit bestimmen können. Da aber für verschiedene Sterne θ_w, θ_o nicht in der einfachsten Beziehung stehen, so werden die Formeln (I) den Dienst versagen, und es muss eine andere Reductionsmethode gewählt werden. Hierzu können die folgenden beiden Methoden dienen.

---

[1]) Genau auf dieselbe Weise erhält man durch blosse Durchgangsbeobachtungen die Deklinationen der Sterne bei bekannter Polhöhe, weshalb die Messung sich vorzüglich auch zur Bestimmung von astronomischen Constanten eignet (s. den Artikel »Nutation«).

Aus der Gleichung (5c) folgt

für Stern West: $tang\,\varphi = tang\,\delta\, sec\,(\theta_w - \alpha) = tang\,\delta\, sec\,(\theta_w + x_1 + C_w - \alpha)$
für Stern Ost: $tang\,\varphi = tang\,\delta\, sec\,(\alpha - \theta_o) = tang\,\delta\, sec\,(\alpha - \theta_o - x_2 - C_o)$,

wobei, wenn man die Beobachtungen auf den Mittelfaden reducirt voraussetzt:

$$C_w = \xi + \frac{i_w}{sin\,\varphi\; tang\,\zeta} + \frac{k}{sin\,\varphi} \pm \frac{c}{sin\,\varphi\; sin\,\zeta}$$
$$C_o = \xi - \frac{i_o}{sin\,\varphi\; tang\,\zeta} + \frac{k}{sin\,\varphi} \mp \frac{c}{sin\,\varphi\; sin\,\zeta}$$

ist. Das Doppelzeichen bei C bezieht sich auf die Kreislage; unter ξ ist ein eventueller Fehler des Uhrstandes verstanden, indem für die Beobachtung bei Kreis Nord $x = x_1 + \xi$, bei Kreis Süd $x = x_2 + \xi$ anzunehmen ist, und der Unterschied zwischen x_1 und x_2 von dem Uhrgange in der Zwischenzeit herrührt.

Rechnet man ψ nach den Formeln

$$\begin{aligned}&\text{Stern West:}\quad tang\,\psi = tang\,\delta\, sec\,(\theta_w + x_1 - \alpha)\\ &\text{Stern Ost:}\quad tang\,\psi = tang\,\delta\, sec\,(\alpha - \theta_o - x_2),\end{aligned} \tag{V a}$$

so hat man an dem so gerechneten Werthe der uncorrigirten Breite ψ noch eine von den Instrumentalfehlern herrührende Correction anzubringen. Beschränkt man sich dabei wie natürlich auf die ersten Potenzen von i, k und c, so wird für

Stern West: $tang\,\varphi - tang\,\psi = +\, tang\,\delta\, tang\,(\theta_w + x_1 - \alpha)\, sec\,(\theta_w + x_1 - \alpha)\, C_w =$
$= +\, tang\,\psi\, tang\,(\theta_w + x_1 - \alpha)\, C_w$

Stern Ost: $tang\,\varphi - tang\,\psi = -\, tang\,\delta\, tang\,(\alpha - \theta_o - x_2)\, sec\,(\alpha - \theta_o - x_2)\, C_o =$
$= -\, tang\,\psi\, tang\,(\alpha - \theta_o - x_2)\, C_o$

oder da

$$tang\,\varphi - tang\,\psi = \frac{sin(\varphi - \psi)}{cos\,\varphi\; cos\,\psi};\quad \left.\begin{matrix} cos\,\varphi\; tang\,(\theta_w + x_1 - \alpha) \\ cos\,\varphi\; tang\,(\alpha - \theta_o - x_2) \end{matrix}\right\} = tang\,\zeta$$

ist, $sec\,(\varphi - \psi)$ mit $\varphi - \psi$ und in den Coëfficienten von C_w, C_o nach Bedarf φ mit ψ vertauscht werden darf:

für Stern West; $\varphi - \psi = sin\,\varphi\; tang\,\zeta\, C_w$
für Stern Ost: $\varphi - \psi = -\, sin\,\varphi\; tang\,\zeta\, C_o$.

Man erhält daher für:

$$\begin{aligned}&\text{Kreis Nord Stern West:}\quad \varphi = \psi + \xi\, sin\,\varphi\; tang\,\zeta + i_w + k\, tang\,\zeta + c\, sec\,\zeta\\ &\text{Kreis Nord Stern Ost:}\quad \varphi = \psi - \xi\, sin\,\varphi\; tang\,\zeta + i_0 - k\, tang\,\zeta + c\, sec\,\zeta\\ &\text{Kreis Süd Stern West:}\quad \varphi = \psi + \xi\, sin\,\varphi\; tang\,\zeta + i_w' + k\, tang\,\zeta - c\, sec\,\zeta\\ &\text{Kreis Süd Stern Ost:}\quad \varphi = \psi - \xi\, sin\,\varphi\; tang\,\zeta + i_0' - k\, tang\,\zeta - c\, sec\,\zeta\end{aligned} \tag{V b}$$

Würde man hier $c \pm f$ an Stelle von c setzen, so könnte man die Beobachtungen an den Seitenfäden unmittelbar, ohne sie erst auf den Mittelfaden zu reduciren, verwenden, wie dieses auch bei der folgenden Methode der Fall ist.

Aus (4) folgt nämlich

$$sin\,(\varphi - \delta) = 2\, sin\,\varphi\; cos\,\delta\; sin^2\tfrac{1}{2}T \begin{cases} -\, sin\,z_w\; sin\,a_w \\ +\, sin\,z_o\; sin\,a_o \end{cases}$$
$$= 2\, sin\,\varphi\; cos\,\delta\; sin^2\tfrac{1}{2}T + \left(\frac{tang\,i}{cos\,k}\, cos\,z \pm tang\,k\, cos\,\delta\; sin\,T + \frac{sin\,C}{cos\,i\; cos\,k}\right).$$

Nun ist:

$$cos\,\delta\; sin\,T = sin\,z\; cos\,a = \sqrt{sin^2 z - sin^2 z\; sin^2 a}$$
$$= \sqrt{sin^2 z - \left(\frac{tang\,i}{cos\,k}\, cos\,z \pm tang\,k\, cos\,\delta\; sin\,T + \frac{sin\,C}{cos\,i\; cos\,k}\right)^2}$$
$$= sin\,z\,[1 - \tfrac{1}{2}(i\, cotang\,z \pm k\, cos\,\delta\; sin\,T\, cosec\,z + C\, cosec\,z)^2]$$

In dem Produkte dieses Ausdruckes mit k werden daher die Instrumentalfehler in der dritten Ordnung auftreten, weshalb $\cos\delta \sin T$ unbedenklich durch $\sin z$ ersetzt werden, und auch ζ an Stelle von z_w, z_o treten kann. Man erhält daher, wenn man $C = c - f$ setzt, und demnach f der Abstand eines südlichen Seitenfadens vom Mittelfaden ist, wenn man die Beobachtungen an demselben Seitenfaden in beiden Kreislagen betrachtet, und

$$\sin(\varphi - \delta) = \varphi - \delta - S(\varphi - \delta)$$

setzt, wo $S(\varphi - \delta)$ die Reduction vom Bogen auf den Sinus bedeutet, für:

$$\left.\begin{aligned}
&\text{K. N., *West: } \varphi - \delta = S(\varphi - \delta) + 2\sin\varphi\cos\delta\sin^2\tfrac{1}{2}T_w + c - f + i_w\cos\zeta + k\sin\zeta\\
&\text{K. N., *Ost: } \varphi - \delta = S(\varphi - \delta) + 2\sin\varphi\cos\delta\sin^2\tfrac{1}{2}T_o + c - f + i_0\cos\zeta - k\sin\zeta\\
&\text{K. S., *West: } \varphi - \delta = S(\varphi - \delta) + 2\sin\varphi\cos\delta\sin^2\tfrac{1}{2}T_w - c + f + i'_w\cos\zeta + k\sin\zeta\\
&\text{K. S., *Ost: } \varphi - \delta = S(\varphi - \delta) + 2\sin\varphi\cos\delta\sin^2\tfrac{1}{2}T_o - c + f + i'_0\cos\zeta - k\sin\zeta.
\end{aligned}\right\}\text{(VI)}$$

In dem Gliede rechts: $2\sin\varphi\cos\delta\sin^2\frac{1}{2}T_{w,o}$ hat man

$$T_w = (\vartheta_w + x_1) - \alpha; \quad T_o = \alpha - (\vartheta_o + x_2)$$

zu setzen. Hiernach bedarf man nicht der Reductionen vom Seitenfaden auf den Mittelfaden, sondern nur die Entfernungen f; auch diese fallen heraus, bezw. können mit bestimmt werden, wenn man den Stern im Ost- und Westvertical bei geänderter Kreislage beobachtet.

Die Gleichungen (V) und (VI) sind direkt verwendbar, um auch die Instrumentalfehler zu bestimmen. Durch Combination der Beobachtungen desselben Sternes zu beiden Seiten des Meridians bei geänderter Kreislage (z. B. K. N. Stern Ost und K. S. Stern West) eliminirt sich, wie man sieht, ein Fehler des Uhrstandes, somit auch der Rectascension[1]), das Azimuth und der Collimationsfehler, also auch, wenn zu beiden Seiten des Meridians am selben Faden beobachtet wird, die Fadendistanz selbst. Hingegen geht die Neigung mit dem vollen Betrage ein, und muss daher mit möglichster Sorgfalt bestimmt werden.

Will man auch k und c bestimmen, wobei man aber, wie erwähnt, k während längerer Zeiträume nicht als constant ansehen wird, so muss man mehrere Sterne unmittelbar hinter einander beobachten. Da selbst bei sehr geringen Unterschieden in der Deklination die Zenithdistanz ζ schon wesentlich verschieden wird, so kann man dabei den Coëfficienten von k nicht als constant ansehen. Bei diesen Beobachtungen wird sich daher das folgende Programm empfehlen:

Kreislage I[2]): a) Ein oder zwei Sterne in grösserer Zenithdistanz (v).
b) Zwei bis drei Sterne im Westverticale, ebenso viel im Ostverticale in kleinerer Zenithdistanz, möglichst abwechselnd, und so, dass die Summe der Zenithdistanzen auf beiden Seiten nahe dieselbe ist. (v und h).
c) Ein Stern in grösserer Zenithdistanz (v).
d) Ein Stern in sehr kleiner Zenithdistanz: an allen Fäden vor dem Mittelfaden.

Umlegen.

Kreislage II: e) Derselbe Stern an denselben Fäden.

Hierauf c), b), a), wenn möglich einzelne der früher im Ostverticale beobachteten, jetzt im Westverticale.

---

[1]) Nicht aber ein Fehler der Deklination, der stets mit dem vollen Betrage eingeht, weshalb man gut bestimmte Sterne wählen muss.

[2]) Je nachdem Kreislage I Nord oder Süd ist, wird Kreislage II Süd oder Nord. v bedeutet Beobachtung an Verticalfäden, h an Horizontalfäden; siehe pag. 366.

Eine solche Beobachtungsreihe bildet eine Gruppe, deren Beobachtung etwa zwei oder zwei und eine halbe Stunde beansprucht, und bei welcher die zenithnahen Sterne auf beiden Seiten des Verticales beobachtet werden können.

Für die Beobachtungen der Veränderlichkeit der Polhöhe (s. diese) sind jederzeit mindestens zwei Gruppen zu beobachten, so dass jede Gruppe immer eine Zeit lang mit der vorhergehenden und später mit der nachfolgenden beobachtet wird, wobei auch für die Sternpositionen (α und δ) Correctionen ermittelt werden.

Zur Ergänzung mag noch bemerkt werden, wie man auch gemessene Zenithdistanzen verwenden kann.

Die abgelesene Zenithdistanz z' ist gleich der Drehung des Fernrohres aus der Lage ZAO in die Ebene SAO (Fig. 380), also gleich dem Winkel ZAS. Nun hat man in dem Dreiecke AZS:

$$\cos z = -\sin i \sin C + \cos i \cos C \cos z'$$

daher, weil $\cos i = 1$, $\sin i = i$ gesetzt werden kann:

$$\cos z' - \cos z = i \sin C + \cos z\,(1 - \cos C)$$

$$2 \sin \tfrac{1}{2}(z - z') \sin \tfrac{1}{2}(z + z') = 2 i \sin \tfrac{1}{2}C \cos \tfrac{1}{2}C + 2 \sin^2 \tfrac{1}{2}C - 2 \sin^2 \tfrac{1}{2}C (1 - \cos z')$$

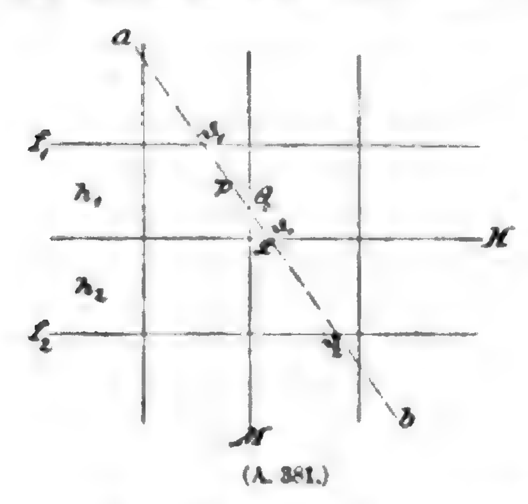
oder, da $z - z'$ von der Ordnung von iC und C^2 ist:

$$z - z' = \frac{2 \sin \frac{1}{2}C}{\sin z'} \left[i \cos \tfrac{1}{2}C + \sin \tfrac{1}{2}C\right] - 2 \sin^2 \tfrac{1}{2}C \tang \tfrac{1}{2} z',$$

welche Gleichung mit Weglassung des letzten, verschwindenden Gliedes

$$z - z' = \frac{C \operatorname{arc} 1''}{\sin z'} \left[i + \tfrac{1}{2}C\right] \tag{17}$$

wird. C ist hier der Abstand des Punktes x (Fig. 381), in welchem der Stern den Horizontalfaden trifft, von der optischen Achse. Diese Correction würde für zenithnahe Sterne sehr beträchtlich; für $z = 5°$, $C = 5'$ wird $z - z'$ noch nahe $5''$; für kleinere Zenithdistanzen noch weit beträchtlicher. Für sehr kleine Zenithdistanzen ist aber zu beachten, dass der Stern überhaupt nicht in grössere Azimuthe, also in grössere Entfernung vom Mittelfaden kommen kann. Jedenfalls wird man sich bei der Messung der Zenithdistanzen an die Nähe des Mittelfadens halten und kann vielleicht als Directive gelten lassen, dass C nie grösser als $\frac{1}{60} z'$ angenommen werden soll.



(A. 381.)

Aus dem Dreiecke PZS folgt

$$\sin \delta = \cos z \sin \varphi - \sin z \cos \varphi \cos A, \tag{18}$$

welche Gleichung für $A = 90° + a_w$ und $A = 270° + a_o$

$$\cos z_w \sin \varphi = \sin \delta - \cos \varphi \sin z_w \sin a_w$$
$$\cos z_o \sin \varphi = \sin \delta + \cos \varphi \sin z_o \sin a_o$$

wird. Verbindet man diese Gleichungen mit (5a), so erhält man

$$(\cos z_w - \cos \zeta) \sin \varphi = 2 \sin \tfrac{1}{2}(z_w + \zeta) \sin \tfrac{1}{2}(\zeta - z_w) \sin \varphi = -\cos \varphi \sin z_w \sin a_w$$
$$(\cos z_o - \cos \zeta) \sin \varphi = 2 \sin \tfrac{1}{2}(z_o + \zeta) \sin \tfrac{1}{2}(\zeta - z_o) \sin \varphi = +\cos \varphi \sin z_o \sin a_o$$

und wenn

$$\tfrac{1}{2}(z_w - \zeta) = v_w; \qquad \tfrac{1}{2}(\zeta - z_o) = v_o$$

gesetzt wird:

$$\begin{aligned} 2\sin(\zeta + v_w)\sin v_w \, tang\,\varphi &= y_w \\ 2\sin(\zeta - v_o)\ \sin v_o \, tang\,\varphi &= y_o \end{aligned} \tag{19}$$

wo y_w, y_o die in (7) angegebene Bedeutung haben. Hieraus folgt, ebenso wie aus (8), für $M = \zeta$, und $\eta = \dfrac{y}{2\,tang\,\varphi\,\sin\zeta}$

$$v = \frac{y}{2\,tang\,\varphi\,\sin\zeta} \mp \frac{y^2\,cotang\,\zeta}{4\,tang^2\varphi\,\sin^2\zeta} + \frac{1}{12}\,\frac{y^3(1 + 3\,cotang^2\zeta)}{tang^3\varphi\,\sin^3\zeta} \tag{20}$$

und da $\zeta = z_w - 2v_w$; $\zeta = z_o + 2v_o$ ist, so wird, indem, wie man leicht sieht, $tang\,\varphi$ an Stelle von $\sin\varphi$ und $cotang\,\zeta$ an Stelle von $cotang\,\tau$ in (10) gesetzt wird:

$$\Psi = \frac{f}{tang\,\varphi\,\sin\zeta}:$$

$$R = \Psi \pm \frac{(15\,arc\,1'')}{2}\Psi^2\,cotang\,\zeta$$

$$\begin{aligned} \zeta &= z_w + R_s + \eta_w'(1 + \Psi_s cotang\,\zeta); & \zeta &= z_w - R_n + \eta_w'(1 - \Psi_n cotang\,\zeta) \\ \zeta &= z_o + R_s - \eta_o'(1 + \Psi_s cotang\,\zeta); & \zeta &= z_o - R_n - \eta_o'(1 - \Psi_n cotang\,\zeta) \end{aligned} \tag{21}$$

wobei η_w', η_o' eine den η_w, η_o analoge Bedeutung haben. Betrachtet man daher alle gemessenen Zenithdistanzen auf den Mittelfaden reducirt, so wird die daraus abgeleitete Zenithdistanz im ersten Verticale für:

$$\begin{aligned} &\text{Kreis Nord, Stern West:} & \zeta &= z_w + \frac{i_w}{tang\,\varphi\,tang\,\zeta} + \frac{k}{tang\,\varphi} + \frac{c}{tang\,\varphi\,\sin\zeta} \\ &\text{Kreis Nord, Stern Ost:} & \zeta &= z_o + \frac{i_o}{tang\,\varphi\,tang\,\zeta} - \frac{k}{tang\,\varphi} + \frac{c}{tang\,\varphi\,\sin\zeta} \\ &\text{Kreis Süd, Stern West:} & \zeta &= z_w + \frac{i_w'}{tang\,\varphi\,tang\,\zeta} + \frac{k}{tang\,\varphi} - \frac{c}{tang\,\varphi\,\sin\zeta} \\ &\text{Kreis Süd, Stern Ost:} & \zeta &= z_o + \frac{i_o'}{tang\,\varphi\,tang\,\zeta} - \frac{k}{tang\,\varphi} - \frac{c}{tang\,\varphi\,\sin\zeta} \end{aligned} \tag{VII}$$

Allein man beobachtet die Zenithdistanzen nicht an einem Verticalfaden, sondern man beobachtet den Durchgang eines Sternes durch einen Horizontalfaden an einem gewissen Orte desselben; man hat es aber nicht in seiner Macht, an einem bestimmten Punkte desselben zu beobachten, da man zu diesem Zwecke das Instrument gerade in dem Momente des Durchganges probeweise verstellen müsste, bis der die Fäden schief passirende Stern genau an dieser bestimmten Stelle den Horizontalfaden kreuzt. Man wird daher eine gewisse Zenithdistanz einstellen, und den Moment nehmen, zu welchem der Stern einen Horizontalfaden H (Fig. 381) passirt. Um diese Beobachtung zu benützen, muss aber weiter die Stelle x des Fadens H bekannt sein, an welcher der Stern gekreuzt hat; diese ist wieder nicht bestimmbar und man muss daher nebstdem den Durchgang des Sternes an einem Verticalfaden M beobachten, und aus den beiden Zeiten θ_0 am Verticalfaden und θ_0 am Horizontalfaden hat man die Lage des Kreuzungspunktes x zu bestimmen. Dieses kann auf zweierlei Weise geschehen; $\theta_0 - \theta_0$ kann man als die Zeit betrachten, welche der Stern vom Faden M zu einem ideellen, nicht wirklich gespannten, durch x gehenden Seitenfaden benötigt, und kann mittels jener Zeitdifferenz den Abstand des ideellen Seitenfadens vom Mittelfaden, also den Collimationsfehler C dieses Seitenfadens bestimmen; oder man kann mittels dieser Zeitdifferenz aus der gemessenen Zenithdistanz, welche sich auf den Punkt x bezieht, die Zenithdistanz des Sterns bei der Kreuzung des Fadens M bestimmen, also die Zenithdistanz auf den Faden M reduciren.

Schreibt man die Gleichung (12a) in der Form:

$$\sin \tfrac{1}{2}(z - z_0) \sin \tfrac{1}{2}(z + z_0) = \sin \tfrac{1}{2}(t + t_0) \sin \tfrac{1}{2}(t - t_0) \cos\varphi \cos\delta, \qquad (22)$$

so kann man hiernach eine zu einer gewissen Zeit gemessene Zenithdistanz auf einen anderen Zeitmoment übertragen; man hat nämlich, wenn z die zur Sternzeit θ beobachtete Zenithdistanz, und z_0 die zur Sternzeit θ_0 gehörige Zenithdistanz ist für:

Stern West:

$$\sin\tfrac{1}{2}(z - z_0) \sin[z - \tfrac{1}{2}(z - z_0)] = \sin\tfrac{1}{2}(\theta - \theta_0) \sin[\tfrac{1}{2}(\theta + \theta_0) - \alpha] \cos\varphi \cos\delta$$

Stern Ost:

$$\sin\tfrac{1}{2}(z - z_0) \sin[z - \tfrac{1}{2}(z - z_0)] = \sin\tfrac{1}{2}(\theta_0 - \theta) \sin[\alpha - \tfrac{1}{2}(\theta + \theta_0)] \cos\varphi \cos\delta \qquad (VIII)$$

Setzt man die bekannten Grössen für

$$\text{Stern West:}\quad \frac{1}{arc\,1''} \sin\tfrac{1}{2}(\theta - \theta_0) \cos\varphi \frac{\sin[\tfrac{1}{2}(\theta + \theta_0) - \alpha] \cos\delta}{\sin z} = Z$$

$$\text{Stern Ost:}\quad \frac{1}{arc\,1''} \sin\tfrac{1}{2}(\theta_0 - \theta) \cos\varphi \frac{\sin[\alpha - \tfrac{1}{2}(\theta + \theta_0)] \cos\delta}{\sin z} = Z \qquad (VIIIa)$$

wobei der als Coëfficient auftretende Bruch gemäss der Gleichung (5b) nahe 1 ist, so erhält man die Reihe

$$\tfrac{1}{2}(z - z_0) = Z + Z^2 \operatorname{cotang} z + \tfrac{2}{3} Z^3 (1 + 3 \operatorname{cotang}^2 z). \qquad (VIIIb)$$

Für die Beobachtung der Zenithdistanzen wird es nun vortheilhaft (neben den zur Beobachtung der Durchgangszeiten vorhandenen Verticalfäden) auch mehrere Horizontalfäden, am besten in ungrader Anzahl anzubringen: einen mittleren Hauptfaden und mehrere ihm parallele Nebenfäden. Die Beobachtungen werden dann am besten so angeordnet, dass man das Instrument in eine gewisse Zenithdistanz bringt, für welche in der Nähe einer Seitenfadengruppe der Stern etwa den Weg *ab* (Fig. 381) beschreibt. Der Kreis wird abgelesen, und die Zeiten der Antritte an den Seiten- und Nebenfäden beobachtet; hierauf wird das Fernrohr verstellt, so dass der Stern eine andere Seitenfadengruppe passirt; es wird wieder der Kreis gelesen und die Fadenantritte beobachtet, u. s. w. Da das Instrument dabei im Azimuth unverändert blieb, so werden die sämmtlichen Beobachtungen an den Seitenfäden nach den bereits abgeleiteten Formeln auf den Mittelfaden reducirt werden können, und es handelt sich hier nur mehr um die Reduction der Zenithdistanzen. Aus den beobachteten Fadenantritten ϑ_1 ϑ_0 ϑ_2 (unter der Annahme von zwei Nebenfäden ist nun zuerst die genaue Zeit des Durchganges durch den Hauptfaden abzuleiten. Aus (VIII) folgt ganz allgemein

$$\sin\tfrac{1}{2}(\theta - \theta_0) = \frac{\sin\tfrac{1}{2}(z - z_0)}{\cos\varphi} \cdot \frac{\sin[z - \tfrac{1}{2}(z - z_0)]}{\sin[\tfrac{1}{2}(\theta + \theta_0) - \alpha] \cos\delta}$$

welche Gleichung für den Ost- und Westvertical gültig ist.

Sind die bekannten Fadenabstände zweier symmetrisch angebrachten Nebenfäden h_1 und h_2, so sind die Zenithdistanzen dieser Nebenfäden $z - h_1$ und $z + h_2$ und die auf den Hauptfaden reducirten Durchgangszeiten $\vartheta_1^{(0)}$, $\vartheta_2^{(0)}$ folgen aus den beobachteten ϑ_1, ϑ_2 aus:

$$\sin\tfrac{1}{2}(\vartheta_1^{(0)} - \vartheta_1) = \frac{\tfrac{1}{2}h_1}{\cos\varphi \cos\delta} \cdot \frac{\sin(z - \tfrac{1}{2}h_1)}{\sin[\tfrac{1}{2}(\vartheta_1 + \vartheta_0) - \alpha]};$$

$$\sin\tfrac{1}{2}(\vartheta_2 - \vartheta_2^{(0)}) = \frac{\tfrac{1}{2}h_2}{\cos\varphi \cos\delta} \cdot \frac{\sin(z + \tfrac{1}{2}h_2)}{\sin[\tfrac{1}{2}(\vartheta_0 + \vartheta_2) - \alpha]} \qquad (23)$$

und wenn man die dritten Potenzen der Fadendistanzen vernachlässigt:

$$\tfrac{1}{3}[\vartheta_1^{(0)} + \vartheta_0^{(0)} + \vartheta_2^{(0)}] = \tfrac{1}{3}(\vartheta_1 + \vartheta_0 + \vartheta_2) + \\ + \frac{1}{3\cos\varphi\cos\delta}\left\{h_1 \frac{\sin(z - \frac{1}{2}h_1)}{\sin[\frac{1}{2}(\vartheta_1 + \vartheta_0) - \alpha]} - h_2 \frac{\sin(z + \frac{1}{2}h_2)}{\sin[\frac{1}{2}(\vartheta_2 + \vartheta_0) - \alpha]}\right\}, \tag{23a}$$

welche Gleichung für beide Seiten des Verticales gilt, wenn man mit ϑ die Antritte an den oberen Faden (Fäden mit kleineren Zenithdistanzen), mit ϑ_2 diejenigen an den unteren (Fäden mit grösseren Zenithdistanzen) versteht. Hat man n Faden, so wird die Reduction des Mittels der Zeiten:

$$\text{Reduktion} = \frac{1}{n\cos\varphi\cos\delta}\left[\Sigma h_1 \frac{\sin(z - \frac{1}{2}h_1)}{\sin[\frac{1}{2}(\vartheta_1 + \vartheta_0) - \alpha]} - \Sigma h_2 \frac{\sin(z + \frac{1}{2}h_2)}{\sin[\frac{1}{2}(\vartheta_2 + \vartheta_0) - \alpha]}\right].$$

Mit dieser Formel wird man stets ausreichen; will man sich aber von der Uebereinstimmung der Einzelresultate überzeugen, so wird man jede einzelne Antrittszeit auf den Hauptfaden reduciren.

Diese Antrittszeiten können dann mittels der Formeln VIII direkt auf den Mittelfaden, oder mittels (VIIIa) und (VIIIb) auf einen Seitenfaden und von diesem auf den Mittelfaden reducirt werden, d. h. auf denjenigen Punkt des Hauptfadens, in welchem dieser vom Mittelfaden geschnitten wird, woraus dann die Zenithdistanz ζ im ersten Verticale nach den Formeln (VII) erhalten wird.

Zur Bestimmung der Polhöhe aus der Deklination oder dieser aus jener dient die Formel

$$\sin\varphi = \sin\delta\sec\zeta; \qquad \sin\delta = \sin\varphi\cos\zeta. \tag{24}$$

Zur Ableitung von ζ unabhängig von den Instrumentalfehlern kann man wieder die früher angeführten drei Combinationen wählen; beobachtet man z. B. denselben Stern im Ost- und Westverticale bei geänderter Kreislage, so folgt unabhängig vom Azimuth, Collimationsfehler und Zapfengleichung

$$\zeta = \tfrac{1}{2}(z_w + z_o) + \frac{\frac{1}{2}(i + i')}{\operatorname{tang}\varphi\operatorname{tang}\zeta} \tag{25}$$

Die Reduction kann aber auch hier noch nach zwei anderen Methoden vorgenommen werden. Die Gleichung (24) giebt

$$\sin\varphi = \sin\delta\sec\zeta = \sin\delta\sec(z + C),$$

wenn unter C die auf Seite 365 von i, k, c abhängigen Glieder verstanden werden. Hieraus folgt, wenn man ψ nach der Formel

$$\sin\psi = \sin\delta\sec z_w; \qquad \sin\psi = \sin\delta\sec z_o \tag{Vc}$$

berechnet, für die Correction von φ:

$$\sin\varphi = \sin\psi + \sin\psi\operatorname{tang} z \cdot C$$
$$2\sin\tfrac{1}{2}(\varphi - \psi)\cos\tfrac{1}{2}(\varphi + \psi) = \sin\psi\operatorname{tang} z \cdot C,$$

und wenn wieder nur die erste Potenz von $\varphi - \psi$ berücksichtigt wird, und daher in dem Coefficienten von C auch $\sin\varphi\operatorname{tang}\zeta$ an Stelle von $\sin\psi\operatorname{tang} z$ gesetzt wird.

$$\varphi - \psi = \operatorname{tang}\varphi\operatorname{tang}\zeta \cdot C,$$

woraus wieder die Gleichungen (Vb) hervorgehen, in denen hier $\xi = 0$ ist.

Zieht man weiter die Gleichung (18) von $\sin\varphi = \sin\varphi$ ab, so erhält man:

$$\sin\varphi - \sin\delta = \sin\varphi(1 - \cos z) + \sin z\cos\varphi\cos A,$$

also für $A = 90° + a_w$ und $A = 270° + a_o$:

$$2\sin\tfrac{1}{2}(\varphi - \delta)\cos\tfrac{1}{2}(\varphi + \delta) = 2\sin\varphi\sin^2\tfrac{1}{2}z + \\ + \cos\varphi\left(\frac{\operatorname{tang} i}{\cos k}\cos z \pm \operatorname{tang} k\cos\delta\sin T + \frac{\sin C}{\cos i\cos k}\right),$$

daher mit Rücksicht auf das pag. 362 erwähnte für

Kreis Nord, Stern West:

$$\varphi - \delta = S\left(\frac{\varphi - \delta}{2}\right) + 2\frac{\sin\varphi}{\cos\frac{1}{2}(\varphi + \delta)}\sin^2\tfrac{1}{2}z_w + \frac{\cos\varphi}{\cos\frac{1}{2}(\varphi + \delta)}\left[i_w\cos\zeta + k\sin\zeta + c - f\right]$$

Kreis Nord, Stern Ost:

$$\varphi - \delta = S\left(\frac{\varphi - \delta}{2}\right) + 2\frac{\sin\varphi}{\cos\frac{1}{2}(\varphi + \delta)}\sin^2\tfrac{1}{2}z_o + \frac{\cos\varphi}{\cos\frac{1}{2}(\varphi + \delta)}\left[i_o\cos\zeta - k\sin\zeta + c - f\right]$$

Kreis Süd, Stern West: (IX)

$$\varphi - \delta = S\left(\frac{\varphi - \delta}{2}\right) + 2\frac{\sin\varphi}{\cos\frac{1}{2}(\varphi + \delta)}\sin^2\tfrac{1}{2}z_w + \frac{\cos\varphi}{\cos\frac{1}{2}(\varphi + \delta)}\left[i_w'\cos\zeta + k\sin\zeta - c + f\right]$$

Kreis Süd, Stern Ost:

$$\varphi - \delta = S\left(\frac{\varphi - \delta}{2}\right) + 2\frac{\sin\varphi}{\cos\frac{1}{2}(\varphi + \delta)}\sin^2\tfrac{1}{2}z_o + \frac{\cos\varphi}{\cos\frac{1}{2}(\varphi + \delta)}\left[i_o'\cos\zeta - k\sin\zeta - c + f\right]$$

welche Gleichungen in derselben Weise wie die Gleichungen VI zu verwenden sind. Doch bedarf man hier immerhin der Reduction der Zenithdistanz von dem Zeitmomente des Durchganges durch den Hauptfaden auf diejenige Stelle desselben, wo er von dem nächstgelegenen Seitenfaden geschnitten wird.

N. Herz.

Persönliche Gleichung. Zu den systematischen Fehlern, welche von den zufälligen Beobachtungsfehlern zu trennen, und welche sowie die Instrumentalfehler bei der Reduction der Beobachtungen zu berücksichtigen sind, gehört eine gewisse Gruppe von Fehlern, welche wenn auch an sich oft klein, so doch dadurch von Wichtigkeit werden, dass sie Beobachtungen verschiedener Beobachter an demselben Instrumente, und selbst unter Umständen Beobachtungen desselben Beobachters am nämlichen Instrumente beeinflussen, d. h. von den mehrfach erwähnten Instrumentalfehlern unabhängig sind. Man ist im Laufe der Zeit auf verschiedene derartige Fehlerquellen aufmerksam geworden, von denen im Folgenden kurz gesprochen wird; das gemeinsame derselben ist aber, dass sie rein subjektiver Natur, an die Person des Beobachters geknüpft sind, weshalb man sie unter dem gemeinsamen Begriff der »persönlichen Fehler« zusammenfasst.

Die erste Beobachtung dieser Art war die Verschiedenheit in der Auffassung der Fadenantritte bei Durchgangsbeobachtungen; sie erfuhren aber anfangs nicht die richtige Deutung. Maskelyne bemerkte, dass sein Assistent Kinnebrook 1794 und Anfangs 1795 die Durchgänge der Sterne mit ihm selbst übereinstimmend beobachtet hatte, aber im August 1795 anfing, dieselben um ½ Secunde später anzugeben, welcher Unterschied bis 1796 auf $0^s{\cdot}8$ angewachsen war, »so dass es nicht wahrscheinlich war, dass der Gehilfe zu einer richtigen Methode zu observiren zurückkehren würde«, weshalb Maskelyne sich gezwungen sah, ihn zu entlassen. Diese Beobachtung blieb vorerst völlig vereinzelt; kleine Unterschiede, die gewiss sehr häufig vorgekommen sein mögen, blieben unter den ebenso wenig berücksichtigten Instrumentalfehlern verborgen.

Der scharfsichtige Bessel vermuthete aber alsbald, dass es sich hier nicht um ein Verschulden des Assistenten gehandelt hatte, sondern dass der beobachtete Unterschied ein unwillkürlicher war. Er stellte 1819 Versuche mit Lindenau und Encke am Meridiankreise an, indem jeder einige Sterndurchgänge beobachtete; allein diese Versuche führten zu keinem Resultate; die Beobachtungen waren zu wenig zahlreich, die Unterschiede, d. h. die persönlichen Gleichungen jedenfalls zu klein. Erst im Winter des folgenden Jahres erhielt er durch Vergleiche mit Walbeck (in Königsberg) ganz bedeutende Unterschiede. Die Beobachtungs-

methode bestand darin, dass an einem Abende von 10 Sternen BESSEL 5 und WALBECK die folgenden 5 beobachtete, am nächsten Abende umgekehrt WALBECK die ersten, BESSEL die folgenden 5. Der Unterschied betrug über eine Secunde, und eine Wiederholung an folgenden Abenden bestätigte das Resultat, sodass sich aus den Beobachtungen von 1820 Dec. 16 bis 22 der Unterschied in der Auffassungszeit der Sterne

BESSEL — WALBECK = + $1^s \cdot 041$

ergab, d. h. BESSEL beobachtete alle Sterne um etwa 1^s später als WALBECK.

1823 März 28 und April 15 beobachteten in derselben Weise BESSEL und ARGELANDER und es fand sich

BESSEL — ARGELANDER = — $1^s \cdot 223$.

Beobachtungen im Januar 1821 in Dorpat ergaben

STRUVE — WALBECK = — $0^s \cdot 242$

und im Juli 1823 ebenda

STRUVE — ARGELANDER = — $0^s \cdot 202$.

Die Verbindung dieser Resultate mit den früheren ergiebt

BESSEL — STRUVE = — $0^s \cdot 799$, bezw. — $1^s \cdot 021$.

Direkte Vergleichungen ergaben für BESSEL — STRUVE

im Oktober	1814	— $0^s \cdot 044$	im Januar	1821	— $0^s \cdot 799$
im November	1820	— 0·680	im Juni	1823	— 1·021.

Die Differenzen waren also sehr beträchtlich, wenn auch im Ganzen ein Zweifel über die Qualität der Erscheinung nicht mehr obwalten konnte.

BESSEL änderte nun die Versuchsanordnung in zwei Richtungen: es wurden nicht Bewegungen von Sternen beobachtet, sondern das plötzliche Verschwinden derselben, und da fand sich für diese Art der Beobachtungen:

BESSEL — ARGELANDER = — $0^s \cdot 222$ (78 Vergleiche)
— 0·281 (Verschwinden von Sternen am dunkl. Mondrande)
STRUVE — ARGELANDER = — 0·031

also wesentlich kleiner. Daraus folgerte BESSEL, dass der grösste Theil des Fehlers aus einer fehlerhaften Vergleichung der *stetigen* Bewegung des Sternes im Fernrohre mit den plötzlichen Secundenschlägen der Uhr resultire.

Bei einer zweiten Versuchsreihe beobachtete BESSEL an einer Halbsecundenuhr. Die Reduction auf die Secundenuhr ergab

BESSEL (Secundenuhr) — BESSEL (Halbsecundenuhr) = — $0^s \cdot 494$
BESSEL (Secundenuhr) — ARGELANDER (Halbsecundenuhr) = — 1·227
STRUVE (Secundenuhr) — ARGELANDER (Halbsecundenuhr) = — 0·227.

Die Erklärung, welche BESSEL für den persönlichen Fehler giebt, war die foldende: »Wenn man annimmt, dass Eindrücke auf das Auge und das Ohr nicht in einem Momente mit einander verglichen werden können, und der zweite Beobachter zur Uebertragung des einen Eindruckes auf den anderen *verschiedene* Zeiten gebraucht, so entsteht ein Unterschied; ein noch grösserer aber, wenn der eine vom Sehen zum Hören, der andere vom Hören zum Sehen übergeht«. Die Bestimmung und Berücksichtigung des hieraus entstehenden Fehlers hält BESSEL für wünschenswerth, allein für fast unmöglich.

Auch auf den hieraus resultirenden möglichen Unterschied bei Längenbestimmungen macht BESSEL bereits aufmerksam: »Wenn z. B. Herr Dr. ARGELANDER für von ihm beobachtete Sternbedeckungen die Zeit bestimmt hätte, so würde Königsberg nach seinen Beobachtungen eine Zeitsecunde östlicher liegen, als nach der meinigen; derselbe Unterschied kann bei den durch Pulverblitze oder

durch Signale mit dem Heliotropen bestimmten Meridianunterschieden eintreten, sodass auch diese Methoden nur dann Sicherheit gewinnen werden, wenn die Beobachter ihre Stationen wechseln«.

Ohne zunächst auf die physiologische oder psychologische Ursache der persönlichen Gleichung einzugehen, kann als nächste Ursache der Zeitdifferenz bei den Beobachtungen angenommen werden, dass jeder Beobachter die Erscheinung um einen gewissen Betrag (τ, τ') später auffasst, als sie eintritt, wobei τ, τ' möglicherweise auch negativ sein kann. Ist die wahre Zeit der Erscheinung t, so wird der Beobachter A dieselbe zur Zeit $t + \tau$ notiren, der Beobachter B — *ceteris paribus* — zur Zeit $t + \tau'$. Man nennt die Zeiten τ, τ' die absoluten persönlichen Fehler oder die absolute persönliche Gleichung. Die Differenz in der Auffassung derselben Erscheinung durch die beiden Beobachter A und A' ist

$$A - A' = \tau - \tau'.$$

$\tau - \tau'$ nennt man die relative persönliche Gleichung.

Ist für eine Längenbestimmung der Beobachter A an der westlichen Station W, A' an der östlichen O, so beobachtet A z. B. einen Sterndurchgang zur Zeit $t + \tau = \theta$[1]; A' zur Zeit $t + \tau' + \lambda = \theta'$ und die Längendifferenz ergiebt sich hieraus

$$\lambda = (\theta' - \theta) - (\tau' - \tau).$$

Wechseln die Beobachter die Stationen, sodass nunmehr A an der östlichen Station O, A' an der westlichen W beobachtet, so erhält man für die Zeiten der Sterndurchgänge in derselben Weise

$$t_1 + \tau' = \theta_1'; \quad t_1 + \lambda + \tau = \theta_1,$$

demnach

$$\lambda = (\theta_1 - \theta_1') + (\tau' - \tau).$$

Hieraus folgt:

$$\lambda = \tfrac{1}{2}[(\theta' - \theta) + (\theta_1 - \theta_1')]$$

$$\tau' - \tau = \tfrac{1}{2}[(\theta' - \theta) - (\theta_1 - \theta_1')].$$

Das arithmetische Mittel der beiden Werthe der erhaltenen Länge ist daher frei von dem persönlichen Fehler; in der Differenz der erhaltenen Werthe ergiebt sich die relative persönliche Gleichung.

Diese Methode ist ebensowohl anwendbar für die Beobachtung von Sterndurchgängen als auch bei der Längenbestimmung durch Pulversignale.

Ohne Wechsel des Beobachters kann die persönliche Gleichung bestimmt werden, indem nach der zuerst von Bessel angewendeten Methode die beiden Beobachter an demselben Orte und an demselben Instrumente unmittelbar nach einander Zeitbestimmungen machen; der Unterschied in dem erhaltenen Uhrstande giebt unmittelbar die relative persönliche Gleichung. Fehler der Sternpositionen werden dabei eliminirt, wenn dieselben Beobachtungen an zwei auf einander folgenden Beobachtungstagen so vorgenommen werden, dass die Beobachter die Sterne wechseln, wie oben pag. 369 erwähnt ist. Eine dritte Methode ist die, dass die beiden Beobachter denselben Stern an demselben Tage beobachten, indem A an den ersten, B an den letzten Fäden beobachtet; um dabei von den Fehlern der Fadendistanzen unabhängig zu sein, wird dann derselbe Stern an einem nächstfolgenden Tage so beobachtet, dass nunmehr B an den ersten und A an den letzten Fäden beobachtet.

---

[1]) Auf die Stromzeit ist dabei nicht Rücksicht genommen; vergl. hierüber den Artikel »Längenbestimmung«.

Bei Längenbestimmungen ist es dabei praktisch, dass die Beobachter vor Beginn der Längenbestimmung und nach Abschluss derselben zusammenkommen, um ihre persönliche Gleichung zu ermitteln.

Auch nach der Einführung der Registrirmethode änderte sich hieran nichts; jede Längenbestimmung lieferte neues Material für die Bestimmung der relativen persönlichen Gleichung verschiedener Beobachter. Aus den Resultaten ist nur hervorzuheben, dass sich dieselbe verschieden für die Auge- und Ohrbeobachtungen einerseits und für die Registrirmethode (Auge- und Handbeobachtungen) andererseits erwies, und dass sich derselbe für denselben Beobachter nicht als völlig constant zeigte.

Frühzeitig aber tauchte die Idee auf, den Werth von τ, die absolute persönliche Gleichung für den Beobachter selbst, zu bestimmen. Schon 1851 hatte F. KAISER in einem Aufsatze »Ueber eine neue Anwendung vom Principe der Nonien zur genaueren Beobachtung plötzlicher Erscheinungen«[1]) im 5. Bande des damaligen königlich niederländischen Institutes auf einen solchen hingewiesen; und bald darauf auch einen solchen construirt, an welchem GUSSEW in Leiden beobachtete. Die Beschreibung dieses Apparates gab KAISER im 15. Bande der Zeitschrift der königlichen Akademie der Wissenschaften in Amsterdam und 1866 im ersten Bande der *Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles*. Inzwischen hatte PRAZMOWSKY einen Apparat construirt, bei welchem die Beobachtung einer schwingenden Magnetnadel benutzt wurde[2]), und bald darauf HARTMANN einen anderen, bei welchem bereits Lichtblitze beobachtet wurden. Im Wesentlichen bestand sein Apparat[3]) aus zwei mit Hilfe eines Zwischenrades miteinander rotirenden Rädern, von denen das eine A durch ein Centrifugalpendel in gleichmässiger Rotation erhalten wird, wobei die Gleichmässigkeit durch das Tönen einer Sirene gesichert war; das zweite Rad B drehte eine Scheibe aus Cartonpapier, in welcher ein Loch durchgeschlagen war, durch welches man ein Licht beobachten konnte. Der beobachtete Moment wurde notirt, während der wirkliche Moment des Durchganges dadurch bestimmt werden konnte, dass das zweite Rad B nicht beständig mit A mitrotirte, sondern durch eine einspringende Feder in einem gegebenen Augenblicke mitbewegt wurde.

Zunächst wäre der Zeit nach der von PLANTAMOUR und HIRSCH angegebene, von HIPP construirte Apparat zu erwähnen. Die Zeitangabe erfolgte durch ein Uhrwerk, dessen gleichmässiger Gang (wie bei den HIPP'schen Chronographen überhaupt) durch eine schwingende Feder regulirt wurde, welches $\frac{1}{1000}$ Secunden abzulesen gestattete[4]), und welches durch einen Stromschluss angehalten, durch Oeffnen des Stromes in Gang gesetzt werden konnte. Ein künstlicher Stern wird langsam vorübergeführt und durch ein kleines Fernrohr beobachtet: in dem Momente, wo der Stern am Faden erscheint, wird der Strom geöffnet (Rectification in der Ruhelage ähnlich wie dieses für den unten beschriebenen Apparat geschieht), das Räderwerk geräth in Gang, und wenn die Erscheinung

[1]) S. die Annalen der Sternwarte Leiden, Bd. II.

[2]) COSMOS, IV. Bd., pag. 445.

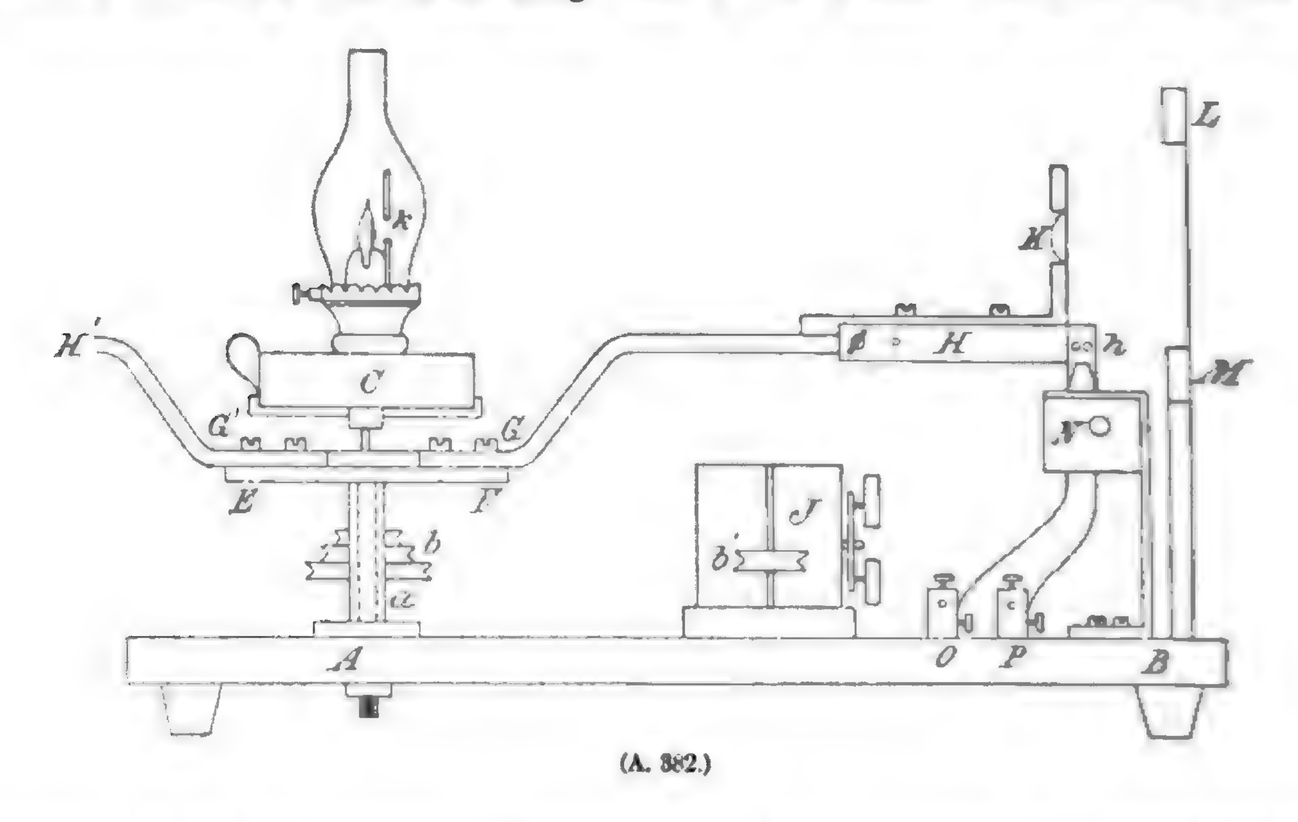
[3]) »Einige Beobachtungen und Bemerkungen über Personaldifferenz«, GRUNERT's Archiv für Mathematik und Physik, 1858, und Astronomische Nachrichten Bd. 65, pag. 129.

[4]) Bulletins de la Société des Sciences naturelles de Neufchatel, Bd. VI. Eine genaue Beschreibung des Apparates nebst einigen für anderweitige Beobachtungen von persönlichen Fehlern dienenden Ergänzungen findet sich in WUNDT, Physiologische Psychologie, 4. Aufl., II. Bd., pag. 322 ff.

beobachtet wird, wird registirt und durch Stromschluss das Uhrwerk arretirt. Die abgelesene Bewegung giebt die Verspätung.

Um von den verschiedenen später construirten Apparaten, welche sich in der Hauptsache immer mehr weniger wiederholten, und bei denen sich die Hauptänderungen auf die Herstellung des künstlichen Sterns und auf die Art der Registrirung der wahren und beobachteten Momente erstrecken, ein anschauliches Bild zu geben, mögen die beiden von Kaiser in den Annalen der Sternwarte Leiden, II. Bd., pag. 19 empfohlenen, Zeitcollimatoren genannten Apparate, an der Hand der beiden Fig. 382 und 383, welche Reproductionen der dortigen Zeichnungen sind, beschrieben werden.

Der erste, in Fig. 382 in $\frac{1}{8}$ natürlicher Grösse dargestellt, besteht aus einem starken Brette *AB* von 48 *cm* Länge und 41 *cm* Breite. Bei *A* ist auf einer



(A. 382.)

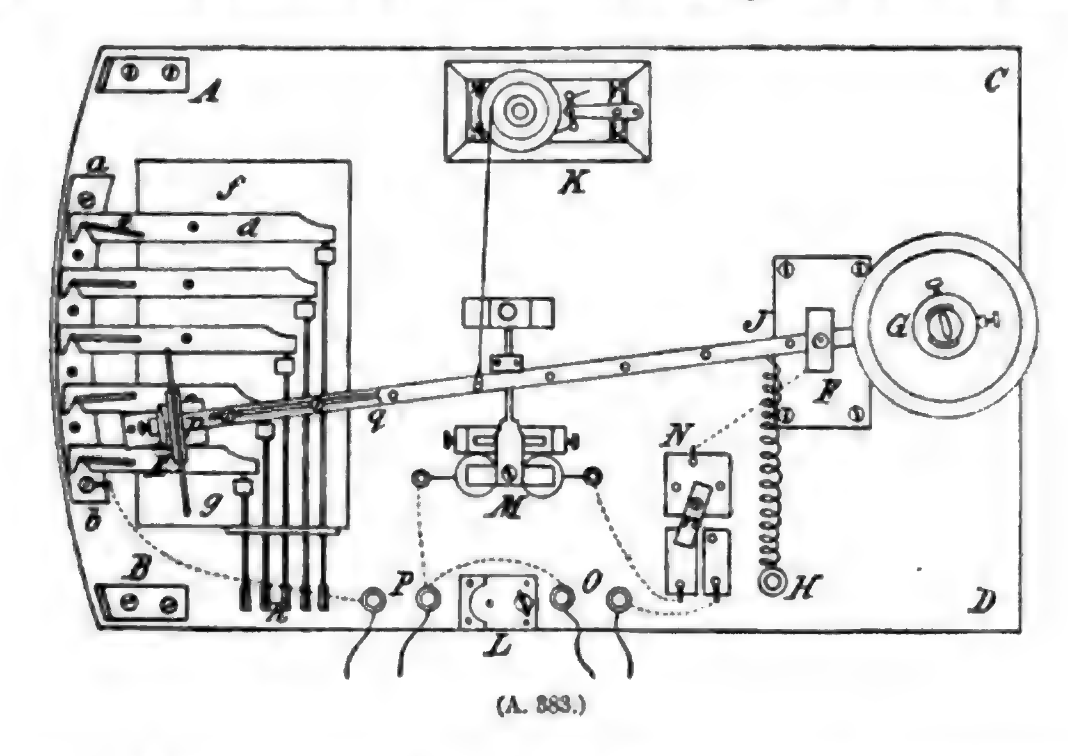
eisernen Axe die feststehende Lampe *C*; um die Axe drehbar ist die Büchse *a* mit der Scheibe *EF*, auf welcher acht eiserne Arme befestigt sind, von denen in der Figur der eine *GH* vollständig und sein gegenüberstehender *G'H'*, theilweise gezeichnet sind. Die Drehung wird durch eine Uhr mit Windfang bei *J* bewirkt, deren Bewegung sich durch Schnüre, welche in die Transmissionsrollen *bb'* gelegt werden, auf die Büchse *a* überträgt. Bei *b* sind drei Transmissionsrollen von verschiedenem Durchmesser, wodurch die Geschwindigkeit der Rotation geändert werden kann. Weitere Aenderungen derselben können überdies durch Verstellen der Flügel des Windfanges erzielt werden.

Innerhalb des Glascylinders der Lampe ist eine Scheibe von dünnem Messingblech mit einer runden Oeffnung *k*, durch welche die Lichtstrahlen auf die an dem andern Ende des Armes etwas verschiebbare Glaslinse *K* fallen und durch diese hindurch ein je nach der Stellung der Linse mehr oder weniger scharfes und grosses Bild auf einen Schirm bei *LM* werfen. Zur Befestigung desselben ist bei *B* auf der Grundplatte ein cylinderförmiger Rahmen, dessen Cylinderaxe mit der Rotationsaxe bei *A* zusammenfällt, angebracht. Bei *LM* ist dieser Rahmen durchbrochen und mit einem geölten Papier überklebt. Das auf *LM* entstehende Bild repräsentirt den Stern, ein verticaler, schwarzer Papierstreifen auf dem geölten Papier den Faden.

Die Geschwindigkeit der Uhr, die Grösse der Lichtscheibe und die Breite des Streifens müssen so regulirt werden, dass man das Bild eines Sternes und einen Faden des Fernrohres für eine gewisse Vergrösserung getreu nachgeahmt hat. An dem KAISER'schen Apparate war hierzu, wenn die Beobachtung aus einer Entfernung von 5 Meter von dem Apparate angestellt wurde, die Breite des Papierstreifens von 4·8 *mm* und eine zweimalige Rotation des Apparates pro Minute entsprechend einer 200fachen Vergrösserung durch ein 6zölliges Fernrohr mit 8′ Brennweite nöthig.

In dem Momente des Vorüberganges des Sternbildes vor dem Faden muss ein Strom, ohne der Bewegung den mindesten Widerstand entgegenzusetzen, geschlossen werden. Zu diesem Zwecke ist an jedem Arm mittels einer Stahlfeder *H* seitlich etwas verstellbar, eine kupferne zweizinkige Gabel *h* befestigt, deren Zinken in zwei Quecksilbertropfen tauchen, die aus Löchern des Holzblockes *N* herausstehen. Diese zwei Tropfen sind jeder für sich in metallischem Contakt mit den Klemmschrauben *P*, welche zum Registrirapparat führen. Die Rectification wird in der Ruhelage vorgenommen, indem das Flammenbild auf den Faden eingestellt, der Arm festgehalten und die Gabel *h* durch die Feder *H* so lange seitlich verschoben wird, bis Contakt stattfindet. Sind sämmtliche Arme berichtigt, so kann der Apparat in Gang gesetzt werden: der Moment der Erscheinung registrirt sich automatisch, der Beobachter kann die Erscheinung entweder nach der Auge- und Ohrmethode beobachten oder registriren.

Der zweite KAISER'sche Apparat ist in Fig. 383 in $\frac{1}{6}$ natürlicher Grösse abgebildet. Auf einem Fussbrett *ABCD* von 55 *cm* Länge und 33·5 *cm* Breite sind



(A. 383.)

bei *A* und *B* Winkelhaken, an welchem ein cylindrischer Eisenrahmen senkrecht zur Grundplatte aufgesetzt ist. Dieser ist durchbrochen und mit geöltem Papier überzogen, auf welchem Streifen (in der Fig. fünf) aufgezogen sind. *EG* ist ein bei *F*, dem Orte der Axe des cylindrischen Rahmens *AB*, drehbarer eiserner Arm, der bei *G* eine Lampe mit Blende aufgesetzt hat, in welcher eine runde Oeffnung den Durchtritt des Lichtes gestattet. Durch eine in ziemlich weiten Grenzen verstellbare Linse bei *E* entsteht ein Bild auf dem geölten Papierschirm; durch Verstellung der Linse, zu welchem Zwecke ihre Fassung mittels der Schiene *pq* auf dem Arm verschoben und durch Schrauben in die

daselbst gebohrten Löcher festgeklemmt werden kann, entsteht ein Lichtbild von passender Grösse.

Der Arm *EF* wird durch eine Feder *HJ* gegen *B* gezogen und durch das Uhrwerk *K*, dessen Kraft ausreichend ist, um den Widerstand der Feder zu überwinden, nach *A* bewegt; eine Aenderung der Geschwindigkeit kann durch Verstellung der Flügel des Windfanges der Uhr oder durch Vertauschung der Transmissionsrollen derselben, endlich durch Verstellen des Ansatzpunktes *J* der Feder *HJ* bewirkt werden.

Bei der Bewegung des Armes von *B* nach *A* wird der künstliche Stern die Fäden passiren, und bei jedem Durchgange wird ein Strom geschlossen. Zu diesem Zwecke reichen von dem Metallbügel *ab* an den den einzelnen Fäden entsprechenden Stellen steife Drähte *e* über den Arm hinauf und sind dann umgebogen, so dass ihre Spitzen in einen Quecksilbertropfen auf dem Arme tauchen, der in metallischer Verbindung mit der Axe *F* steht. Die Klemmen *P* sind mit der Batterie verbunden. Der Strom geht von der linken Klemme bei *P* zum Metallbügel *ab*, durch die Drähte und den Arm zur Axe *F* und von dieser durch den Stromumschalter *N* durch die Bobinen des Zeichengebers *M* zur rechten Klemme bei *P*.

Zur Rectification dienen die Hebel *d*, gegen deren rechte Enden Schrauben wirken, die durch einen bei *h* aufgesteckten Schlüssel gedreht werden können. Gegen das linke Ende derselben legen sich durch ihre eigene Elasticität die Drähte *e*, so dass diese durch die Wirkung der Schraube *h* etwas verstellt werden können. Der Arm wird nun mittels einer Schlinge an einen Stift bei *L* befestigt und dieser durch einen Schlüssel so lange gedreht, bis der künstliche Stern auf den Faden fällt, dann in dieser Ruhelage der diesem Faden entsprechende Stift *e* so lange seitlich verschoben, bis der Anker des Schreibhebels *M* den stattfindenden Contakt anzeigt. Sind alle Stifte *e* rektificirt, so wird der Stromwechsler *N* so gestellt, dass der Strom statt durch den Schreibhebel *M* nunmehr durch die Klemme *O* zum eigentlichen Registrirapparate geht (Rechtsdrehen der Contaktfeder *n*), worauf die Beobachtung beginnen kann. Das Ende *E* des Armes *EF* wird nach *B* gezogen, was durch eine über eine Rolle zum Beobachter geführte Schnur geschehen kann, dann losgelassen, die Durchgänge beobachtet, dann das Ende *E* wieder gegen *B* gezogen u. s. w.

Andere Apparate wurden später beschrieben von M. C. Wolf[1]) 1866, Harkness 1867[2]), Eastman[3]), Christie (Verbesserung des Wolf'schen Apparates) u. A. Erwähnt mögen hier nur noch drei etwas abweichende Vorschläge werden.

H. G. van de Sande Bakhuyzen construirte 1879[4]) einen Apparat, bei welchem die Bewegung des künstlichen Sternes dadurch bewirkt wird, dass das Licht einer Mire durch zwei Prismen von schwach brechendem Winkel geht, so dass bei paralleler Stellung (brechende Kanten vertical und entgegengesetzt gerichtet) eine Ablenkung des Bildes nicht erfolgt und durch Drehung

[1]) »Recherches sur l'équation personelle dans les observations de passages«, Annales de l'Observatoire impériale de Paris, Bd. VIII, pag. 153.

[2]) Astronomical and Meteorological Observations made et the U. S. Naval Observatory during the Year 1867, App. I.

[3]) Astronomical and Meteorological Observations made at the U. S. Naval Observatory during the year 1875, App. I.)

[4]) Vierteljahrschrift d. astron. Gesellschaft Bd. 14, pag. 414, u. Bd. 24, pag. 249. Eine genauere Beschreibung des Apparates findet sich in den Annalen der Sternwarte in Leiden Bd. VII.

des einen Prisma eine Bewegung des Mirenbildes erzielt wird. Um die nöthige kleine Geschwindigkeit zu erhalten, reicht man mit sehr kleinen brechenden Winkeln von etwa 15′ aus; die Beobachtung des Bildes geschieht direkt durch ein Fernrohr. Die Drehung wird hier ebenfalls durch einen Arm bewirkt, der während seiner Drehung an den den Fäden des Fernrohres entsprechenden Stellen einen Strom schliesst; die Rectification wird ebenfalls in der Ruhelage vorgenommen. Da jedoch die Bewegung des Bildes nicht proportional ist der Drehung des Prisma, so muss die letztere, wenn erstere gleichmässig sein soll, durch eine über ein Excenter geführte Transmission bewirkt werden. BAKHUYZEN brachte übrigens, um auch bei nicht horizontaler Lage des Fernrohres beobachten zu können, zwei Spiegel an, welche sich um horizontale Axen drehten, so dass das Bild nach doppelter Reflexion in das in eine gewisse Zenithdistanz gestellte Fernrohr gelangt.

WISLICENUS benutzte[1]) als künstlichen Stern das in jedem Fernrohr bei centraler Feldbeleuchtung auftretende kleine Lichtbild, welches von dem an der inneren Seite des Objectives angekitteten kleinen Hohlspiegel herrührt. Da das Lichtbild immer in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheint, so wird es durch die Bewegung des Oculars selbst über die Fäden geführt. Contakte werden durch zwei Stifte hergestellt, die mittels einer isolirten Platte mit dem Ocular verbunden sind, und an einer Messingschiene gleiten, in welcher, den Fäden des Netzes entsprechend, Linien eingerissen sind, die mit einer isolirten Masse (Kautschuk) angefüllt sind. Dabei ist die den Contakt störende Oxydation des Quecksilbertropfens vermieden, statt dessen aber sind zwei Fehlerquellen eingetreten, welche WISLICENUS selbst erwähnt: Die Breite der Linien und die nicht vollständige Coincidenz derselben mit den Fäden; eine dritte Fehlerquelle, die daher rührt, dass das Bildchen nur in der Mitte des Feldes (in der Axe des Objectives) centrisch ist, ausserhalb derselben aber etwas excentrisch, fällt kaum merklich ins Gewicht. Doch liessen sich vielleicht auch die beiden ersten durch die später erwähnte REPSOLD'sche Einrichtung der Contakte an der Schraubentrommel wegschaffen.

Ein von SIGM. EXNER[2]) construirter, relativ einfacher Apparat, den er Neuramoebiometer nannte, ist der folgende: Eine elastische Feder von bekannter Schwingungszeit zeichnet mittels einer an derselben angebrachten Borste auf einer rasch vorübergeführten berussten Platte eine Wellenlinie; jeder Welle entspricht die Schwingungszeit, so dass aus der Zahl der Wellen (eine veränderliche Geschwindigkeit der Platte verändert nur deren Länge) die zwischen zwei Zeitmomenten verflossene Dauer abgelesen werden kann. Durch ein und denselben Impuls werden gleichzeitig die Arretirung der Platte und der Feder aufgehoben, so dass der Beginn der Wellenlinie den wahren Moment des Impulses angiebt. Die Beobachtung derselben (durch das Auge oder das Ohr) wird durch einen raschen Druck auf einen Taster notirt, durch welchen die schwingende Feder von der berussten Platte abgehoben wird, so dass die Wellenlinie unterbrochen ist. Die an der Wellenlinie abgelesene Zeit giebt unmittelbar die persönliche Gleichung.

Für eine vollständige Elimination des persönlichen Fehlers bezw. eine Bestimmung desselben während der Beobachtung der himmlischen Objecte

---

[1]) »Untersuchungen über den absoluten Fehler bei Durchgangsbeobachtungen«.

[2]) »Experimentelle Untersuchung der einfachsten physischen Processe«, PFLÜGER's Archiv für Physiologie, Bd. VII, pag. 601; die Beschreibung des Apparates pag. 659.

(nicht künstlicher Sterne) schlug 1868 E. KAYSER[1]) vor, Beobachtungen an einem mit Uhrwerk versehenen Aequatoreal anzustellen, welches dabei so berichtigt sei, dass der Stern während der Bewegung am Faden erhalten werde. »Es kommt nun darauf an, in einem gewissen Momente, in welchem noch der Faden den Stern deckte, also mit einem bestimmten Pendelschlage der Normaluhr, das Triebwerk des Aequatoreals anzuhalten und darauf die Passage des Sternes bei ungeändertem Stande des Instrumentes zu beobachten.« Zum Theile ähnliche Ideen finden sich bei C. BRAUN, WHEATSTONE[2]), AIRY[3]). REPSOLD übertrug die KAISER'sche Idee auf das Passageninstrument, welches er zu diesem Zwecke nicht fest, sondern auf einem festen Unterbau, mit zum Pole gerichteter Axe drehbar einrichten wollte[4]); bald darauf[5]) jedoch änderte er diesen Vorschlag in den viel leichter durchführbaren ab, das Instrument unbeweglich zu lassen und die Bewegung auf einen Micrometerfaden zu verlegen. Bei dem hiernach eingerichteten Micrometer wird ein beweglicher Faden durch den Beobachter beständig an dem Sterne erhalten. An der Schraube ist nebst der gewöhnlichen getheilten Trommel noch eine Scheibe angebracht, welche an bestimmten Stellen durch Gleiten an Metallspitzen metallische Contakte giebt, die auf dem Chronographen die Zeichen des Sterndurchganges an den den Contakten entsprechenden Stellen des Gesichtsfeldes markiren. Beobachtet man z. B. in dieser Weise an einem Theile des Gesichtsfeldes und registrirt in gewöhnlicher Weise am andern Theile, so kann man die absolute persönliche Gleichung feststellen[6]).

Mit dem Fortschreiten der physiologischen Erkenntnisse wurde auch das ursprünglich Räthselhafte der Erscheinung unserer Erkenntniss näher gerückt. Die Ansicht BESSEL's, welche bereits erwähnt wurde, trifft so ziemlich den Kern der Sache, und das später hinzugefügte giebt nur eine auf eingehendere experimentelle Forschungen gestützte detaillirtere Analyse. Hingegen äusserte HARTMANN in seiner bereits erwähnten Arbeit[7]), dass weniger Perceptionszeit oder Leitungszeit mitspielen, sondern vielmehr die Abweichungen ihren Grund in »ungleicher Aufmerksamkeit, Ueberraschung, mangelhafter Erinnerung der Folge der Licht- und Schallphänomene u. s. w. finden, dass daher die persönliche Gleichung durch Uebung auf ein Minimum reducirt werden könnte«. M. C. WOLF in seiner erwähnten Arbeit bemerkt zunächst, dass die weitaus grösste Zahl der persönlichen Fehler um $0^s{\cdot}3$ herum liege, selten $0^s{\cdot}5$ bis $0^s{\cdot}6$ erreiche, und meint *»il faut bien conclure de là que la cause de l'équation personelle n'est pas le temps necessaire à l'esprit pour la supposition de deux jugements*[8]). Er glaubt die Ursache in der Persistenz des Eindruckes zu finden, in Folge deren dann gewohnheitsmässig eine gewisse zwischen den äussersten Grenzen derselben gelegene Zeit als Moment des Eintrittes der Erscheinung gewählt wird. *»La correction personelle, dans l'estime des passages par l'oeil et par l'oreille, est comprise*

---

[1]) »Ein Mittel, den persönlichen Fehler bei Passagebeobachtungen zu bestimmen«, Astronomische Nachrichten, Bd. 70, pag. 129.

[2]) Monthly Notices Bd. 24, pag. 159.

[3]) Monthly Notices Bd. 25, pag. 157.

[4]) Astronomische Nachrichten Bd. 118, pag. 305.

[5]) Astronomische Nachrichten Bd. 123, pag. 177.

[6]) Vergl. hierzu BECKER, »Ueber einige Versuche von Durchgangsbeobachtungen nach den neuen REPSOLD'schen Verfahren«. Astronomische Nachrichten Bd. 127, pag. 185.

[7]) Astronomische Nachrichten Bd. 65, pag. 141.

[8]) l. c. pag. 191.

entre deux limites, qui sont toutes deux égales à la durée de l'impression lumineuse, prises positivement et négativement[1]).

Endlich mag noch, wegen des Ortes, an welchem der Ausspruch publicirt ist, erwähnt werden, dass LANDERER[2]) die Ursache in einer Art Diplopie sucht.

Um ein Urtheil über die verschiedenen Meinungen zu gewinnen, ist es nöthig, eine etwas genauere Analyse der dabei stattfindenden physiologischen und psychologischen Processe zu geben.

Die Zeit, welche verfliesst zwischen der Einwirkung eines äusseren Reizes auf ein peripheres Sinnesorgan bis zu dem Augenblick einer durch diesen Reiz veranlassten beabsichtigten motorischen Reaction wurde von EXNER Reactionszeit genannt, zum Unterschied von der Reflexzeit, welche die Zwischenzeit zwischen der Einwirkung eines peripheren Reizes und einer durch denselben ausgelösten unbeabsichtigten motorischen Reaction (Reflex: Lidschluss bei grellem Licht, Schling- und Darmbewegungen durch den Inhalt des Verdauungscanales) veranlassten.

Der Vorgang, welcher der Reactionszeit entspricht, setzt sich zusammen[3]) »1) aus der Leitung vom Sinnesorgan bis in das Gehirn; 2) aus dem Eintritt in das Blickfeld des Bewusstseins oder der Perception; 3) aus dem Eintritt in den Blickpunkt der Aufmerksamkeit oder der Apperception; 4) aus der Willenserregung, welche im Centralorgane die registrirende Bewegung auslöst; und 5) aus der Leitung der so entstandenen motorischen Erregung bis zu den Muskeln und dem Anwachsen der Energie in denselben. Der erste und der letzte dieser Vorgänge sind rein physiologischer Art. Bei jedem derselben verfliesst eine verhältnissmässig kurze Zeit, welche der Eindruck braucht, um in die peripherischen Nerven geleitet zu werden, und eine wahrscheinlich etwas längere, welche die Leitung im Centralorgane beansprucht. Dagegen werden wir die drei mittleren Vorgänge, die Perception, die Apperception und die Entwickelung des Willensimpulses als psycho-physische bezeichnen dürfen, insofern sie gleichzeitig eine psychologische und eine physiologische Seite haben. Unter ihnen ist die Perception höchst wahrscheinlich mit der Erregung der centralen Sinnesfläche unmittelbar gegeben. Wir haben allen Grund anzunehmen, dass ein Eindruck, der auf ein Sinnescentrum einwirkt, dadurch an und für sich schon in dem allgemeinen Blickfeld des Bewusstseins liege.«

Schon die Leitung in den sensibeln und motorischen Nerven beruht auf einem ziemlich complicirten Process. Nach den neuesten Untersuchungen besteht jede Nervenbahn aus mindestens zwei von einander getrennten und mit einander nur durch Contakt in Verbindung stehenden Theilen. Solche Unterbrechungen sind für die peripheren Nerven in den Vorder- bezw. Hinterhörnern des Rückenmarkes; für das Auge (nach RAMON Y CAJAL) in der inneren und äusseren reticulären Schicht der Netzhaut; für das Ohr (nach WALDEYER und RETZIUS) in der Basilarmembran des Cortischen Organes und überdies in den Bulbärkernen der Medulla oblongata. Es kommt also für die Leitung durch die sensibeln und motorischen Bahnen nebst der physiologischen Leitungszeit noch die Uebertragungszeit zwischen den Leitungsunterbrechungen in Betracht, überdiess aber für das Auge und das Ohr, die Reflexzeit für die Accommodation, welche beim Auge der die Zonula Zinnii entspannende circuläre Theil des M.

[1]) ibid., pag. 196.
[2]) Bulletin astronomique, Bd. VI, pag. 218.
[3]) WUNDT, Grundzüge der physiologischen Psychologie, II. Bd., pag. 306.

ciliaris (der H. MÜLLER'sche Muskel) und beim Ohre der das Trommelfell spannende M. tensor tympani bewirkt.

Weiter fand KÜHNE, dass durch die Einwirkung des Lichtes der in den Stäbchen und Zapfen enthaltene Sehpurpur gebleicht wird, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese Verwandlung mit der Lichtempfindung in inniger Beziehung steht.

Endlich ist zu bemerken, dass der innervirte Muskel nicht sofort, sondern erst nach einer gewissen, allerdings sehr kurzen sogen. Latenzzeit reagirt.

Allerdings ist nun jede dieser Zeiten sehr kurz[1]). Die Leitungsgeschwindigkeit ist in den motorischen Nerven nach HELMHOLTZ 34 Meter per Secunde, in den sensibeln Nerven vielleicht etwas grösser (nach HELMHOLTZ, KOHLRAUSCH u. A. schwanken die Werthe zwischen 30 bis 94 Meter). Dieses bezieht sich jedoch nur auf die periphere Nervenbahn (von den Rückenmarksganglien bis zu den Muskeln); allerdings scheint nach den wenigen bisher angestellten Versuchen die Leitungsgeschwindigkeit in den Rückenmarkssträngen dieselbe und die Uebergangszeit an den Ganglien der Hinterhörner (nach EXNER) verschwindend klein zu sein.

Was nun die psychologischen Theile des Processes anbelangt, so nimmt, wie erwähnt, WUNDT an, dass die Perceptionszeit gleich Null sei, welcher Ansicht jedoch HERMANN widerspricht.

Für die Apperceptions- und Wahlzeit existiren zahlreiche Versuche, die aber zum Theile einander widersprechende Resultate ergeben. So fanden[2]) v. KRIES und AUERBACH die Zeit für die Unterscheidung zweier Töne 0s·019 bis 0s·034; für die Unterscheidung zweier Farben 0s·012; WUNDT und FRIEDRICH für die Unterscheidung zweier Farben 0s·019 bis 0s·084; TIGERSTEDT und BERGQUIST für das Erkennen einer dreiziffrigen Zahl 0s·015 bis 0s·035, WUNDT und FRIEDRICH hingegen 0s·320 bis 0s·346.

WUNDT unterscheidet eine sensorielle und eine muskuläre Reactionszeit, je nachdem die Aufmerksamkeit auf den erwarteten Sinneseindruck (Auge) oder das reagirende Organ (Hand) gerichtet ist. Für die erstere findet er für drei Beobachter für Schall, Licht und elektrische Hautreize nahe dieselben Werthe, im Mittel 0s·246, für die muskuläre 0s·139; die letztere wird vielleicht dadurch kürzer, dass die Zeit für die Willenserregung als unnöthig wegfallt; die Apperceptionszeit ist dabei noch keineswegs gleich Null. Welchen Einfluss die Aufmerksamkeit und Uebung hat, sieht man, wenn man derartige Versuche das erste Mal und selbst nach widerholten Versuchen an einem anderen Apparat oder in anderer Versuchsanordnung macht. »Jedem, der diese Versuche das erste Mal anstellt, fällt es auf, wie wenig er Herr seiner Bewegungen ist, wenn es sich darum handelt, dieselben möglichst rasch auszuführen. Nicht nur liegt die Heftigkeit der Zuckung gleichsam ausserhalb des Kreises der Willkür; auch die Zeit, zu welcher die Zuckung ausgeführt wird, hängt blos bis zu einem gewissen Grade von uns ab. Wir zucken und können nachher mit überraschender Genauigkeit angeben, ob wir früher oder später gezuckt haben, als ein anderes Mal, haben es aber durchaus nicht in unserer Macht, wirklich im gewünschten Momente zu reagiren[3]).«

---

[1]) Dass übrigens beträchtliche Variationen innerhalb physiologischer Breite sehr wohl möglich sind, zeigt das pathologische Auftreten der »verlangsamten Leitung« bei der *Tab. dorsalis*, wo die Verspätung der Apperception bis 10 Secunden betragen kann. Uebrigens ist auch die sogen. »psychische Hemmung« in den Depressionszuständen des circulären Irreseins auf eine Verlängerung der Reactionszeit zurückzuführen.

[2]) Vergl. HERMANN, Physiologie, 10 Auflage pag. 463.

[3]) EXNER, l. c. pag. 611.

Dem Einfluss der Uebung trägt WUNDT dadurch Rechnung, dass er eine »vollständige Reactionszeit« und eine »verkürzte Reactionszeit« unterscheidet; er meint, dass bei letzterer der Process der Apperception wahrscheinlich ganz eliminirt ist, und die Akte der Perception und des Bewegungsimpulses zeitlich zusammenfallen, weil der letztere nicht mehr vom Willen ausgeht, sondern reflexartig ausgelöst wird, so dass nach WUNDT die muskuläre Reactionszeit mit der verkürzten zusammenfällt; das letztere wird aber nur dann der Fall sein, wenn auch bei der muskulären Reactionszeit die Apperceptionszeit wegfällt, was nach dem obigen wenigstens nicht immer der Fall zu sein braucht. CATELL hält jede Art der Reaction für einen eingeübten Gehirnreflex, wogegen LANGE die Ansicht ausgesprochen hat, dass bei sensoriellen Reactionen die Uebertragung der sensorischen in die motorische Erregung innerhalb der Grosshirnrinde stattfinde, während sie bei der muskulären schon in einem untergeordneten Centrum des Kleinhirns oder Mittelhirns stattfindet. Hingegen bemerkt WUNDT, dass es aber Centren verschiedener Ordnung auch in der Grosshirnrinde giebt; allein wesentlich scheint dieses nicht zu sein; tritt die Erscheinung reflexartig auf, so ist es für die Reactionszeit, abgesehen von der Leitungszeit in der kurzen Nervenbahn ziemlich gleichgültig, wo das Reflexcentrum liegt[1]). Immerhin kann und wird ja auch eine Reflexerscheinung durch gleichzeitige Leitung ins Gehirn nachträglich zum Bewusstsein kommen.

Für die Anschauung des Ueberganges der bewussten Reaction in eine Reflexerscheinung spricht auch der Umstand, dass bei fortgesetzter Uebung die Reactionszeit bis zu einer gewissen Grenze herabgedrückt werden kann (nach HARTMANN: Reduction der persönlichen Gleichung auf ein Minimum; s. pag. 376), wobei sie zur einfachen Reflexzeit wird, und als solche von rein physiologischen Momenten (Leitungszeit), aber nicht mehr von psychischen Momenten abhängt; in diesem Sinn geht also der Beobachter im Laufe der Zeit zur »verkürzten Reactionszeit« über. WUNDT erklärt jedoch auch die mitunter vorkommenden grösseren Schwankungen der persönlichen Gleichung daraus, dass der Beobachter von der vollständigen zur verkürzten Reactionszeit übergeht und umgekehrt. Der Rückgang von der verkürzten zur vollständigen Reactionszeit scheint aber nicht wahrscheinlich und dasselbe gilt vom Uebergang von der muskulären zur sensoriellen Reactionszeit und umgekehrt, und ebenso von der psychischen Zeit. Ganz auffällig zeigt sich dies bei den Auge- und Ohrbeobachtungen. Diese können bekanntlich nach zwei verschiedenen Methoden ausgeführt werden. Entweder man merkt sich den Ort des Sternes für den nächsten Secundenschlag vor und nach dem Fadendurchgange und schätzt den Ort des Fadens zwischen den beiden angegebenen Orten des Sternes aus den ganzen Secunden; oder aber man theilt das gehörte Secundenintervall durch den Moment des Fadendurchganges. Meist bedient man sich der ersten Methode, doch ist es für die Beobachtung selbst, wenn auch nicht für den Wert der persönlichen Gleichung gleichgültig, welcher Methode man sich bedient; ein Wechsel der Beobachtungsmethode, insbesondere ein fortwährender oder zeitweiser Uebergang von der einen zur anderen kommt bei guten Beobachtern überhaupt nicht vor.

Im Mittel beträgt nun die Reactionszeit:

für den Schall 0ˢ·14 bis 0ˢ·17 für den Geschmack 0ˢ·15 bis 0ˢ·23
„ Licht 0ˢ·15 „ 0ˢ·22 „ Tastwahrnehmungen 0ˢ·13 „ 0ˢ·20,

---

1) Die Reflexcentren liegen wohl alle im Rückenmarke und verlängerten Marke.

doch sind dies nur Mittelwerthe, die ganz bedeutenden individuellen Schwankungen unterliegen.

Kleine Unterschiede in der Reactionszeit sind leicht zu erklären[1]). Schon HELMHOLTZ fand, dass durch Kälte die Leitungsgeschwindigkeit in den Nerven wesentlich verlangsamt wird. KRAEPELIN stellte eingehende Untersuchungen über den Einfluss von toxischen Substanzen an. Er theilt dieselben ein in:

1) solche mit anfänglicher Verkürzung und darauffolgender Verlängerung der Reactionszeit (Alkohol, Paraldehyd, Morphium);
2) solche mit anfänglicher Verlängerung und darauffolgender Verkürzung (mässige Dosen Aether und Chloroform, Amylnitrit);
3) solche mit bleibender Verlängerung (grössere Dosen Alkohol, Aether, Chloroform, Chloralhydrat).
4) solche mit bleibender Verkürzung (Thee, Kaffee).

Nicht unwichtig sind hier für den Astronomen: aus der ersten Gruppe der Alkohol, nach dessen stärkendem Genuss sich die Reactionszeit selbst im Verlaufe der darauffolgenden Beobachtungsreihe ändern kann, und aus der letzten Gruppe der in dieser Richtung ebenfalls nicht gleichgültige Genuss von Kaffee oder Thee. Aber abgesehen von diesen transitorischen Einflüssen und abgesehen von pathologischen Veränderungen der Nerven (Aenderungen in der Leitungszeit) oder in der psychischen Constitution (psychische Defecte) findet man bei vollständig normalen Menschen 1) unzweifelhaft constatirte Reactionszeiten von bedeutender Grösse und 2) unzweifelhaft constatirte abnorm grosse Aenderungen in der Reactionszeit. Nach allem Gesagten unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass man diese Erscheinungen, wenigstens zu ihrem grössten Theile, der Perceptions-, Apperceptions- und Wahlzeit, d. i. also dem psychischen Processe zuzurechnen hat.

BESSEL hatte nun aber an einer Secundenuhr um nahe ½ Secunde früher als an der Halbsecundenuhr beobachtet. Man könnte also vermuten, dass die Zeitschätzungen einen wesentlichen Einfluss haben. Allein wenn dieses auch der Fall wäre, so liegt in letzter Instanz doch wieder die Ursache in einem psychischen Akte. Auge- und Ohrbeobachtungen gehören eigentlich nicht mehr zu den einfachen psychischen Erscheinungen, indem an Stelle der Wahlzeit (und der Leitung in motorischen Nerven) eine gewisse Zeit für die Bildung eines Urtheils oder eines Schlusses nötig ist: Abschätzung und Vergleichung zweier durch verschiedene Sinne wahrgenommener Erscheinungen[2]). In diesem Sinne wäre daher auch die Meinung HARTMANN's zu berichtigen, indem, wie schon erwähnt, durch Uebung auf die abgekürzte Reactionszeit übergegangen werden kann, dass es sich aber bei den Beobachtungen ganz allgemein nicht um Ueberraschung oder mangelhafte Erinnerung handelt, sondern dass allgemein die Aufmerksamkeit

---

[1]) Dass dieselbe durch Ableitung der Aufmerksamkeit, durch Ermüdung vergrössert wird ist selbstverständlich (auf die muskuläre Reactionszeit soll dieser Umstand übrigens angeblich weniger Einfluss haben); da übrigens auch der geübteste Beobachter ermüdet, so zeigt sich dass auch die verkürzte Reactionszeit von der Apperceptionszeit nicht unabhängig ist.

[2]) Vergl. das hierüber pag. 379 Gesagte. Welche Verschiedenheiten in dieser Richtung obwalten, zeigt der Umstand, dass für den Indifferenzpunkt in der Zeitschätzung (kleine Zeiten werden überschätzt, grössere unterschätzt; zwischen beiden giebt es einen Punkt, bei welchem die Schätzung wenigstens aus einer grossen Zahl von Fällen nahe richtig ist; diese Zeit nennt man den Indifferenzwerth) MACH $0^s\cdot37$, VIERORDT in einer früheren Versuchsreihe $1^s\cdot5$ bis [illegible] in einer späteren Reihe einen wesentlich kleineren Werth fand.

und Zusammenstellung von Erinnerungsbildern behufs eines Urtheils eine constante Rolle spielen; derjenige Theil, der von diesen psychischen Elementen abhängig ist, kann auch durch Uebung nicht weggeschafft werden, und erklärt eben die abnorm grossen Reactionszeiten.

Die Abhängigkeit der persönlichen Gleichung von Instrumenten, vom Fadennetze, von der Beleuchtung ist nunmehr nach dem Früheren ohne Weiteres zu erklären.

Eine mitunter auftretende negative persönliche Gleichung (M. C. Wolf, dessen ausführliche Arbeit früher erwähnt wurde, beobachtete um $0^s\cdot 1$ zu früh), erklärt sich durch die muskuläre Reactionszeit; sie kann nur auftreten, wenn die Aufmerksamkeit bei einem erwarteten und vorherzusehenden Phänomen (ein stetiges Lichtbild und eine Fadengruppe), auf das reagirende Organ gerichtet ist. Bei Lichtblitzen, plötzlich einsetzenden Geräuschen u. s. w. ist eine solche undenkbar und auch thatsächlich noch nicht beobachtet.

Bei Durchgangsbeobachtungen im ersten Verticale ist übrigens noch daran zu denken, dass die Sterne die Fäden nicht senkrecht, sondern schief passiren, und zwar um so schiefer, je kleiner ihre Zenithdistanz ist; es wird daher die persönliche Gleichung eine Function der Zenithdistanz und kann allgemein in die Form gebracht werden:

$$\xi = a + b\zeta^m + c\cos\zeta + d\sin\zeta,$$

wobei ζ die Zenitdistanz des betrachteten Sternes ist, und der Ausdruk ξ die Correction der Durchgangszeit in dem Faden für einen gewissen Beobachter bedeutet; das Glied ζ^m enthält je nach dem Werthe von m ein der Zenithdistanz proportionales oder umgekehrt proportionales Glied. Dieser Ausdruck für ξ ist in die Formeln für das Passageninstrument im ersten Vertical (pag. 362) einzusetzen.

Im Jahre 1864 hatte Argelander bemerkt[1]), dass er Sterne bis zu 9·1 ter Grösse durch alle Grössenklassen gleichmässig, Sterne von 9·2 ter Grösse an durch alle folgenden Grössenklassen etwas früher und zwar ungefähr $0^s\cdot 15$, beobachtete, und eine ähnliche Bemerkung machte Gill[2]) und H. G. van de Sande Bakhuyzen[3]). Gill fand, dass an die schwächeren Sterne eine Correction von $0^s\cdot 017$ für jede Grössenklasse anzubringen wäre; Bakhuyzen fand für registrirte Beobachtungen denselben Werth, für Auge- und Ohrbeobachtungen einen etwas anderen, und zwar für schwache Sterne (Unterschied zwischen 7·8 und $5\cdot 3^m$) $0^s\cdot 039$, für helle (Unterschied zwischen 5·5 und $3\cdot 0^m$) gleich $0^s\cdot 099$. Schäberle fand aus seinen Beobachtungen[4]) die Verfrühung für jede Grössenklasse $0^s\cdot 022$ und ähnlich andere Beobachter. Die Beobachtungen hierzu werden angestellt, indem vor dem Objective ein Diaphragma oder eine Gitterblende angebracht wird; durch diese werden helle Sterne abgeblendet, und sie können an einer Reihe von Fäden ohne Blendung, an den übrigen Fäden entsprechend geschwächt beobachtet werden.

Da man die Beobachtung des Durchganges an die Auffassung der Bisection der Sternscheibe knüpft und die Erfassung der Bisection um so leichter wird, je kleiner das Scheibchen ist, so dürfte es sich bei der Beobachtung der helleren

[1]) »Ueber die Bonner und Leidner Beobachtungen der Egeria in der Opposition des Jahres 1864«, Astronomische Nachrichten Bd. 74, pag. 263.

[2]) Monthly Notices Bd. 39, pag. 434.

[3]) Astronomische Nachrichten Bd. 95, pag. 87, und Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft Bd. 14, pag. 408.

[4]) Astronomische Nachrichten Bd. 134, pag. 129.

Sterne um eine Verlängerung der Apperceptionszeit handeln, wozu auch kommt, dass die Aufmerksamkeit mehr auf den Stern, also auf das percipirende Organ gerichtet sein muss; der zweite Theil (Uebergangsstufe zur sensoriellen Reactionszeit), dürfte mehr in Frage kommen, wo es sich, wie bei ARGELANDER, um eine constante Differenz handelt; der erste Theil (mehr oder weniger stark verkürzte Reactionszeit), dort wo eine progressive Lichtgleichung stattfindet, also in den meisten Fällen[1]).

Wenn, wie dieses wahrscheinlich ist, der in der Netzhaut stattfindende chemische Vorgang (Bleichung des Sehpurpurs), die Gesichtsempfindung vermittelt, so ist nicht ausgeschlossen, dass sich auch ein Einfluss der Sternfarbe auf die persönliche Gleichung geltend macht; doch sind bisher hierüber keine Erfahrungen bekannt.

Die zeitliche Aufeinanderfolge der Beobachtungen betreffend ist noch zu erwähnen, dass bei Auge- und Ohrbeobachtungen die verschiedenen Zehntelsecunden nicht gleich oft beobachtet werden[2]). Als Ursache dieses Umstandes, der sich, wie erwähnt, nur bei Auge- und Ohrbeobachtungen geltend macht, erklärt WUNDT den Einfluss, welchen das Geräusch des Schlages auf den Beobachter ausübt. Hierbei spielt wahrscheinlich das Erinnerungsbild des zuletzt gefundenen Secundenschlages mit, welches, indem es eine kurze Zeit anhält, die darauffolgenden Beobachtungen näher gerückt erscheinen lässt, in der That findet sich das Maximum der Beobachtungen zwischen $0^{s}\cdot 0$ und $0^{s}\cdot 3$.

Ausser diesen auf die Zeitverhältnisse bezüglichen persönlichen Unterschieden sind noch andere, rein auf örtliche Verhältnisse sich beziehende subjective Unterschiede in den Beobachtungen gefunden worden.

AIRY berichtet[3]) über den Unterschied in der Messung des Intervalles zwischen zwei Theilstrichen eines Kreises zur Bestimmung des Run; die Correction war für 100″ Intervalle nach:

	1853	1854	1855
HENRY	0″·420	0″·403	0″·420
DUNKIN	0·310	0·274	0·297
HENDERSON . . .	0·411	—	—
ELLIS	0·301	0·368	0·408
TODD	—	0·329	—
CRISWICH	—	—	0·290.

STONE fand einen Unterschied bei der Bestimmung der Collimationslinie. ARGELANDER bemerkte 1870[4]). »Es ist, wenn auch vielleicht noch nicht öffentlich ausgesprochen, gewiss doch vielen Astronomen bekannt, dass ein Beobachter nicht selten die Einstellung eines Gestirns oder auch eines Fadens in die Mitte zwischen zwei anderen constant anders taxirt, als ein anderer, und dass hierbei Unterschiede in der Schätzung von ½″ und mehr vorkommen können. Der Grund dieser Erscheinung ist vorläufig noch ein psychologisches Räthsel. Könnte aber nicht auch eine ebenso räthselhafte Ursache eine Verschiedenheit der Ein

---

[1]) Folgerichtig sollte man daher eigentlich von einer Verspätung in der Beobachtung heller Sterne sprechen, doch ist dieses praktisch gleichgültig. Vielleicht gehört auch hierher die Aenderung der persönlichen Gleichung durch die Unschärfe des Bildes.

[2]) Vergl. z. B. BOUQUET im Bulletin astronomique, August 1889; LEWITZKY in Astronomische Nachrichten, Bd. 124, pag. 105.

[3]) Monthly Notices, Bd. 16, pag. 6.

[4]) »Ueber die Abhängigkeit der Declinationen von den Grössen der Sterne«, Astronomische Nachrichten Bd. 75, pag. 353.

stellung durch **denselben** Beobachter bei Sternen verschiedener Helligkeit hervorbringen?« Die diesbezüglichen Untersuchungen ARGELANDER's führen ihn allerdings zu dem Resultate, dass für ihn ein solcher Unterschied nicht besteht. Auch die beobachtete Bevorzugung gewisser Zehntel beim schätzenden Ablesen der Registrierstreifen gehört zum Theil hierher.

Auf die persönlichen Unterschiede bei Höheneinstellungen hat neuerdings WOLFER [1]) hingewiesen; dass übrigens bei jeder Art von Beobachtungen subjective Abweichungen stattfinden, weiss jeder, der sich mit Bahnbestimmung von Himmelskörpern beschäftigt hat. Messungen an Positionsmikrometern oder an Heliometern, Positionswinkel sowie Distanzen, werden, ob es sich um Beobachtungen von Kometen oder Planeten oder um Beobachtungen von Doppelsternen handelt, von einzelnen Beobachtern stark in demselben Sinne abweichend gefunden; gerade die Elimination dieser Fehlerquellen gehört bei der Ableitung der definitiven Resultate zu den subtilsten und schwierigsten Arbeiten, und gelingt nicht immer mit der gewünschten Schärfe. Eine Ursache für dieselben anzugeben ist bisher noch nicht gelungen; es scheint aber nicht unwahrscheinlich, dass gerade diese topischen Verhältnisse in der Zukunft werthvolle Aufschlüsse auf erkenntnisstheoretischem Gebiete (über die Art der Perception und Apperception überhaupt und über individuelle Verschiedenheiten in denselben), zu erlangen gestatten werden. N. HERZ.

Planeten. Von den um die Sonne kreisenden Himmelskörpern waren im Alterthume (ausser der Erde) fünf bekannt. Nach der Entdeckung des Uranus und Neptun sind es, die Erde mit eingerechnet, acht, welche man in zwei Gruppen trennt: innere und äussere. Man legt jedoch diesen Begriffen eine doppelte Bedeutung bei; man bezeichnet 1) als **innere** die vier Planeten Merkur, Venus, Erde, Mars, welche innerhalb des breiten Zwischenraumes liegen, in welchem man lange Zeit einen Planeten vermuthete, und in dem man später die grosse Zahl der kleinen Planeten fand, und als **äussere** die vier anderen: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, welche ausserhalb dieses Gürtels liegen. Oder aber man bezeichnet 2) als innere die beiden Planeten Merkur und Venus, deren Bahnen innerhalb der Erdbahn liegen, alle übrigen von Mars angefangen als äussere. Bei der letzteren Auffassung liegt der Grund zur Trennung eigentlich nur in dem Umstande, dass Merkur und Venus nie in Opposition kommen können, sich von der Sonne nur bis zu einem gewissen Winkel entfernen (grösste Digression). Merkmale, welche die vier, innerhalb des Gürtels der kleinen Planeten gelegenen verbinden und sie von den vier äusseren unterscheiden, sind: die Grösse, Dichte, Abplattung und Rotationszeit. Die vier inneren sind kleiner, sehr dicht, wenig abgeplattet, von beträchtlicher Rotationsdauer; die äusseren bedeutend grösser, von geringerer Dichte, stark abgeplattet und von wesentlich rascherer Rotation. Ob die Rotationszeit der beiden innersten Planeten Merkur und Venus mit der Umlaufszeit identisch ist oder nicht, ist zur Zeit noch eine offene Frage. Welche Umstände es veranlassen, dass die Rotationszeit für sehr nahe Himmelskörper gleich der Umlaufszeit wird, und bis zu welcher Entfernung dies theoretisch möglich oder vielleicht auch nothwendig ist, ist bisher noch nicht untersucht worden; die Untersuchungen, welche hierüber anlässlich der Libration der Satelliten angestellt wurden, zeigen nur, dass, wenn diese Bedingung einmal strenge oder auch nur genähert erfüllt ist, sie es bleiben muss,

---

[1]) Astronomische Nachrichten Bd. 100, pag. 331.

und nur eine geringe Libration auftritt. Eine ursprünglich nicht bestehende Gleichheit zwischen Rotations- und Revolutionszeit kann nur dann successive in eine Gleichheit übergeführt werden, wenn äussere, in dem rotirenden Körper selbst gelegene Bedingungen vorhanden sind, zu denen in erster Linie eine Anschwellung gegen den attrahirenden Körper zu vorhanden ist, und zweitens die Bewegung in einem, wenn auch äusserst dünnen, widerstehenden Mittel stattfindet. Ob und wie derartige Anschwellungen zu Stande kommen, ist aber damit noch keineswegs erörtert. Wäre aber die Gleichheit der Rotations- und Revolutionszeit bei den beiden innersten Planeten Merkur und Venus sichergestellt, so würde dies ein sehr starkes Argument für eine jedenfalls ziemlich bedeutende Sonnenatmosphäre, die bis über die Venusbahn hinausreicht, sich aber nicht bis an die Erdbahn erstreckt, sein und damit ein leitendes Princip für eine Erklärung der Sonnencorona geben.

Die acht genannten Planeten werden als **Hauptplaneten** bezeichnet, da einige derselben von anderen Himmelskörpern, **Nebenplaneten**, **Satelliten**, **Trabanten**, genannt, umkreist werden. Bei Merkur und Venus wurde bisher kein Satellit beobachtet, die Erde hat einen, Mars zwei, Jupiter fünf, Saturn acht, Uranus vier, Neptun einen Satelliten.

Die Planeten erkennt man am Himmel an ihrer Scheibenform; Venus, Jupiter und Saturn überdies in der Nähe des grössten Glanzes, bezw. in der Nähe der Opposition an ihrem hellen, alle Fixsterne überstrahlenden Glanze. Bei Anwendung von Fernrohren wird man die Scheibe je nach der Vergrösserung des Fernrohres immer grösser hervortreten sehen. Bei sehr grosser Entfernung oder bei geringer Grösse des Planeten wird dieses Merkmal selten charakteristisch. Das in älteren Werken angegebene, und auch jetzt noch mehrfach wiederholte Characteristicum, das »ruhige Licht« der Planeten gegenüber dem »zitternden Lichte« der Fixsterne ist vollständig unzuverlässig; zwar kann, eben in Folge der Scheibenform, das Licht der Planeten ruhiger sein, da feine, zwischen das Auge und das betrachtete Object tretende Staubpartikelchen das Licht eines äusserst kleinen, punktförmigen Objectes leichter abzulenken vermögen, als das von verschiedenen Punkten einer Scheibe in derselben Richtung kommende Licht, allein praktisch reicht man hiermit niemals aus, und in der That ist der Gesichtswinkel, unter welchem selbst sehr kleine Staubpartikelchen gesehen werden, kaum so klein, dass nicht auch kleinere, scheibenförmige Objecte verdeckt, bezw. durch Beugung etwas seitlich verschoben erscheinen können. Im Fernrohr aber wird dieser Unterschied ganz hinfällig, da Staubpartikelchen nur undeutliche Zerstreuungskreise geben, die das durch eine grosse Anzahl parallel auffallender Strahlen gesammelte Bild des Sterns nicht verändern oder verschieben können. Erkennt man also, wie dieses bei kleinen Planeten selbst mit grossen lichtstarken Fernröhren der Fall ist, die Planeten nicht an ihrer Scheibe, so kann nur die Ortsveränderung innerhalb kleinerer oder, wenn nöthig, grösserer Zeitintervalle, Aufschluss hierüber geben. Die Planetenentdeckung erfolgt daher nur so, dass man z. B. an einem Abend eine möglichst genaue Karte einer Gegend des Himmels, in welcher Planeten vermuthet werden (Ekliptikalkarten) anfertigt, und diese am nächsten Abende, und wenn Zweifel über die Richtigkeit der Zeichnung bestehen, an mehreren Abenden mit dem Himmel vergleicht. Das Anlegen der Karte durch Auge und Hand ist in neuerer Zeit durch die Himmelsphotographie ersetzt, welche dasselbe mit weniger Mühe und weit grösserer Präcision zu leisten vermag. Auf den photographischen Platten sieht man übrigens bei langer Expositionszeit die bewegten Objecte als

Striche, während die Fixsterne selbstverständlich als Punkte erscheinen, so dass man meist schon auf einer Platte bei mehrstündiger Expositionszeit den Hinweis auf die Möglichkeit des Vorhandenseins eines Planeten erkennt.

Bezüglich der Anordnung der Himmelskörper wurde wiederholt versucht, für die mittlere Entfernung ein Gesetz zu bestimmen. TITIUS gab ein solches, welches sich in die Form $4 + 3 \cdot 2^n$ kleiden lässt, wenn man für die Venus, Mars u. s. w. $n = 0, 1 \ldots$ setzt, wo aber für Merkur nicht $n = -1$ gesetzt werden darf, wie es die fortlaufende Reihe erfordern würde, sondern einfach 4, d. i. $n = -\infty$[1]). Dieselbe Reihe wurde später von BODE neuerdings erwähnt. Sie stimmt noch besser, wenn man nach WERNER an Stelle der beiden Zahlen 4 und 3 die Coëfficienten 387, 293 setzt, also die Entfernung proportional $387 + 293 \cdot 2^n$ — natürlich mit derselben Ausnahme. Die Entdeckung des Uranus und der kleinen Planeten in dem Gürtel zwischen Mars und Jupiter festigte die Ansicht von der Richtigkeit dieses Gesetzes, indem dadurch ein neues, ausserhalb gelegenes Glied der Reihe, und ein in derselben liegendes, bis dahin fehlendes ergänzt wurden; aber die Entdeckung des Neptun machte dem ein Ende. Als mnemotechnisches Hilfsmittel ist aber der Satz ganz brauchbar, um rasch genähert die Entfernung eines Himmelskörpers von der Sonne zu erhalten. Man findet diese in Millionen Kilometern, wenn man für die inneren Planeten die Zahlen

$$4; \quad 4 + 1 \cdot 3 = 7; \quad 4 + 2 \cdot 3 = 10; \quad 4 + 4 \cdot 3 = 16;$$

für die kleinen Planeten $4 + 8 \cdot 3 = 28$, und für die äusseren Planeten

$$4 + 16 \cdot 3 = 52; \quad 4 + 32 \cdot 3 = 100; \quad 4 + 64 \cdot 3 = 196; \quad 4 + 128 \cdot 3 = 388$$

mit 15 multiplicirt. Uranus stimmt noch recht gut; der Werth für Neptun wird um nahe 1000 Millionen Kilometer zu gross.

Bei der Bestimmung der Grösse kommt zunächst der Durchmesser und die Masse in Betracht. Die Bestimmung des Durchmessers stösst auf Schwierigkeiten in Folge der Irradiation. Ist d_0 der Durchmesser in der Entfernung 1, so ist derselbe in der Entfernung Δ gleich $\frac{d_0}{\Delta}$. Bei hellen Objecten erscheint aber das Netzhautbild verbreitert. Für $\Delta = \infty$ (Fixsterne) müsste ja der scheinbare Durchmesser Null sein; die Fixsterne müssten als Punkte erscheinen; dennoch erscheinen sie als Scheiben von messbarem Durchmesser, und man wird daher nicht den der Entfernung Δ entsprechenden Durchmesser rein erhalten, sondern vermehrt um die Irradiation. Ist diese jederseits i, so wird der gemessene Durchmesser d gleich sein:

$$d = \frac{d_0}{\Delta} + 2i.$$

Bei sehr variablem Δ, wie dieses z. B. für Venus und Mars der Fall ist, kann daraus Δ und i bestimmt werden. MÄDLER fand aus Beobachtungen der Venus $i = 0''\cdot 3253$[2]). STONE erhielt in derselben Weise aus den Greenwicher Venusbeobachtungen aus den Jahren 1839—1850: $i = 0''\cdot 641$, aus denjenigen von 1851—1862: $i = 0''\cdot 437$[3]) und aus Beobachtungen des Mars: $i = 1''\cdot 184$[4]). Allein so einfach ist die Sache doch auch nicht. Die Irradiation hängt, wie erwähnt, von der Helligkeit ab, und hellere Fixsterne erscheinen unter einem

[1]) Auf diese Inkorrektheit des Gesetzes hat zuerst GAUSS hingewiesen.

[2]) Astron. Nachr. Bd. 14, pag. 200.

[3]) Monthly Notices Bd. 25, pag. 57.

[4]) Monthly Notices Bd. 41, pag. 145.

grösseren Sehwinkel wie schwächere Fixsterne. Da aber die Helligkeit des Planeten auch mit seiner Entfernung abnimmt, so wird die Irradiation eben nicht als constant anzunehmen sein. Die Helligkeit kann, wenn r die Entfernung des Planeten von der Sonne ist,

$$H = \frac{H_0}{r^2 \Delta^2}$$

gesetzt werden. Wäre die Irradiation proportional der Helligkeit, so müsste daher

$$d = \frac{d_0}{\Delta} + 2\,\frac{i_0}{r^2 \Delta^2}$$

angenommen werden, welche Formel wesentlich andere Werthe für i ergeben würde. Allein die unmittelbare Proportionalität der Irradiation mit den Helligkeiten kann nach den bisherigen Untersuchungen nicht als feststehend angenommen werden, weshalb die Bestimmung der Durchmesser noch erheblichen Unsicherheiten unterliegt.

Die Grösse der Planetenscheiben unterliegt auch insofern Schwankungen, als die Planeten je nach ihrer Stellung zur Sonne und Erde, ganz so wie der Mond, Phasen zeigen. Ist dabei weniger als die Hälfte des Planeten erleuchtet, so hat er die Sichelform; man bezeichnet dann die beiden Spitzen der Sichel als »Hörner«. Die Veränderungen derselben können in Fällen, wo die Beobachtungen der Flecke (s. hierüber später) für die Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit kein unzweifelhaftes Resultat ergeben, mit herangezogen werden.

Ist jedoch, wie dieses bei den äusseren Planeten der Fall ist, der beleuchtete Theil grösser als die halbe Planetenscheibe, so wird die Sichelgestalt nicht auftreten; aber nur in der Opposition selbst wird die vollbeleuchtete Scheibe sichtbar, in jedem anderen Punkte wird der Planet eine gewisse Phase zeigen, und man muss hierauf bei der Messung des Durchmessers entsprechend Rücksicht nehmen.

Für die Massen der Planeten wurde lange Zeit eine Abhängigkeit von der Entfernung derselben von der Sonne vorausgesetzt, EULER berechnete die Massen unter der Voraussetzung, dass sich dieselben wie die Quadratwurzeln aus den mittleren Bewegungen verhalten, welche Annahme auch noch später von LAGRANGE[1]) und LAPLACE[2]) für diejenigen Himmelskörper, für welche keine Satelliten bekannt waren, beibehalten wurde. NEWTON hatte die Masse der Erde, des Jupiter und Saturn aus den Umlaufszeiten ihrer Satelliten bestimmt. Die ausgebildete Theorie der Störungen der Planeten untereinander gab einen anderen Weg zur Bestimmung der Masse, welcher später von LE VERRIER in seinen Untersuchungen angewendet wurde. Ueber die Werthe der Massen wird später bei den einzelnen Planeten gesprochen.

Aus dem Durchmesser und der Masse erhält man die Dichte des Planeten. Da nämlich die Masse M eines Himmelskörpers vom Durchmesser d und der Dichte δ:

$$M = \tfrac{1}{6}\pi d^3 \delta$$

ist, und für einen zweiten vom Durchmesser d' und der Dichte δ':

$$M' = \tfrac{1}{6}\pi d'^3 \delta',$$

so wird

$$\frac{M}{M'} = \frac{d^3 \delta}{d'^3 \delta'}; \qquad \frac{\delta}{\delta'} = \frac{M}{M'}\left(\frac{d'}{d}\right)^3.$$

[1]) Memoiren der Berliner Akademie der Wissenschaften für 1782, pag. 190; Werke, V. Bd. pag. 235.

[2]) Mécanique céleste, III. Bd.

Da das Verhältniss der linearen Durchmesser gleich ist dem Verhältniss der Winkel, unter welchem diese in derselben Entfernung gesehen werden, so kann man auch diese an Stelle der linearen Durchmesser setzen. Der Winkel, unter dem der Erddurchmesser in der Entfernung 1 erscheint, ist die doppelte mittlere Aequatorealhorizontal-Parallaxe der Sonne. Drückt man daher alle Massen in der Einheit der Sonnenmasse, die Dichte in Einheiten der Erddichte aus, und verwendet für die Durchmesser die Werthe der scheinbaren Planetendurchmesser in der Einheit der Entfernung, so wird für einen Planeten

$$\delta = \frac{M}{M_♁} \left(\frac{17{\cdot}69}{d}\right)^3 = (17{\cdot}69)^3 \cdot 330000 \cdot \frac{M}{d^3}.$$

Die sich hiernach ergebende Dichte des Planeten ist eine mittlere Dichte, wie sie unter der Voraussetzung der Homogenität des Planeten folgen würde. Diese Voraussetzung ist aber keineswegs zutreffend; im Gegentheil zeigt der Vergleich der beobachteten Abplattung mit der unter der Annahme einer gleichförmigen Dichte folgenden (vergl. den Artikel »Mechanik des Himmels«, II. Bd. pag. 551), dass diese letztere Annahme für die Planeten nicht richtig ist, und man eine Zunahme der Dichte gegen das Innere zu voraussetzen muss.

Von systematischen Untersuchungen über die Helligkeit der Planeten sind zunächst diejenigen von Seidel zu erwähnen[1]. Nimmt man als Einheit der Helligkeit diejenige von α Lyrae (Wega) an, so ist die Helligkeit von

Venus in ihrem mittleren Glanze	1·5902
Jupiter in mittlerer Opposition	0·9158
Saturn „ „ „ (ohne Ring)	0·6687
Mars in mittlerer Opposition	0·4674

Zöllner erhielt[2]) für die Einheit der Lichtstärke von α Aurigae (Capella)[3]) für die Logarithmen der Helligkeiten

für Venus 1·6070 (auf die Entfernung der mittleren Conjunction reducirt)

für Mars	0·9016	in mittlerer Opposition
„ Jupiter	1·0082	
„ Saturn	9·6291 (ohne Ring)	
„ Uranus	7·8176	
„ Neptun	6·8453	

ferner für die Sonne: 10·7463.

Von der Helligkeit ist die reflektirende Kraft oder »Albedo«, auch wohl die »Weisse« genannt, zu unterscheiden. Da die Planeten, abgesehen von grösserer oder geringerer Eigenlichtentwickelung, deren Vorhandensein bisher nicht bei allen constatirt ist, hauptsächlich durch das von der Sonne reflektirte Licht sichtbar werden, so wird die Helligkeit bei verschiedener chemischer Beschaffenheit in Folge des verschiedenen Grades der Reflexion der auffallenden Strahlen verschieden sein. Die Helligkeit H eines Himmelskörpers vom Halbmesser ρ und der Albedo A wird in der Entfernung r von der Sonne und Δ von der Erde

[1]) »Untersuchungen über die Lichtstärke der Planeten Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn und die relative Weisse ihrer Oberfläche«, pag. 34.

[2]) »Photometrische Untersuchungen«, pag. 131—154.

[3]) Es ist $log \frac{\text{Wega}}{\text{Capella}} = 9{\cdot}9061$ nach Seidel und $9{\cdot}9877$ nach Zöllner.

$$H = \frac{1}{c} \frac{\rho^2}{r^2 \Delta^2} A,$$

folglich

$$A = c \frac{r^2 \Delta^2}{\rho^2} H.$$

Man kann daher auch unter Albedo die Helligkeit der Flächeneinheit des in der Einheit der Entfernung von Erde und Sonne befindlichen Himmelskörpers verstehen[1]).

Die Albedo der verschiedenen Planeten ist ziemlich verschieden; sie beträgt nach ZÖLLNER für

Mars	0·2672
Jupiter	0·6238
Saturn	0·4981
Uranus	0·6406
Neptun	0·4648.

Zur Vergleichung mögen hier die von ZÖLLNER angegebenen Werthe der Albedo für verschiedene irdische Stoffe angeführt werden. Sie ist für

dunklen Syenit	0·078	weissen Sandstein	0·237
feuchte Ackererde	0·079	Spiegelmetall	0·535
Quarz, Porphyr	0·108	Quecksilber	0·648
Thonmergel	0·156	weisses Papier	0·700
		frisch gefallenen Schnee	0·783

Man sieht, dass die Albedo des Mars nahe gleich derjenigen des weissen Sandsteines, diejenige des Jupiter und Uranus sehr nahe derjenigen des Quecksilbers, diejenige des Saturn und Neptun etwas kleiner wie diejenige des Spiegelmetalles ist. Die Albedo der Venus und des Mekcur hat ZÖLLNER nicht bestimmt; dieselbe ist für Venus sehr hoch, was nur durch die Annahme eines spiegelnden Stoffes (Wasser) erklärt werden kann.

Eigentlich ist die Albedo für jede Farbe verschieden und müsste für jede einzelne Farbe bestimmt werden. Im allgemeinen genügt aber die Angabe der Albedo im zusammengesetzten Lichte. Von der Verschiedenheit der Albedo für die einzelnen Farben wird übrigens auch die Farbe des Himmelskörpers bedingt. Nur für die photographischen Aufnahmen wird die Angabe der Albedo der actinischen Strahlen nöthig; je höher diese ist, desto kürzer wird die Expositionszeit.

Die Oberfläche der Planeten zeigt kein gleichmässiges Aussehen. Man bemerkt hellere und dunklere Stellen (Flecke) auf einem mehr oder weniger gleichmässigen Grunde. Zur Erkenntniss der Oberflächenbeschaffenheit der Planeten ist die Kenntniss der relativen Lage dieser Flecke von Wichtigkeit. Ueberdies bietet der Planet nicht beständig dasselbe Aussehen dar, die Flecke sind theils gegeneinander verändert, theils bei relativ unveränderter Lage gegen die Visir

[1]) Da $\frac{\rho}{\Delta} = \sin \sigma$ ist, wenn σ der scheinbare Halbmesser des Himmelskörpers ist, und $r = \frac{\sin \eta}{\sin \eta'}$ ist, wenn η den von der Erde gesehenen, η' den vom Planeten gesehenen Halbmesser der Sonne bedeutet, so folgt hieraus

$$A = c \frac{\sin^2 \eta}{\sin^2 \sigma \sin^2 \eta'} H$$

die Formel von ZÖLLNER (l. c., pag. 159).

linie verschoben. Die fortgesetzte Beobachtung der Flecke führt daher einerseits zur Erkenntnis der Constanz oder Veränderlichkeit der Oberflächenform, andererseits zur Erkenntniss der Rotationszeit des Himmelskörpers. Ueber die Festlegung der Lage der Flecke braucht hier nichts weiter ausgeführt zu werden, da das Nöthige in dem Artikel »Mechanik des Himmels« II. Bd., pag. 460 erwähnt ist. Die Formeln können allerdings noch mehrfach modificirt werden, doch genügt das dort Gesagte, da jeder leicht die ihm am besten zusagende Form der Berechnung finden wird.

Merkur.

Von dem hypothetischen intramercuriellen Planeten, über welchen später einiges gesagt wird, abgesehen, ist Merkur der der Sonne nächst stehende Planet. Die grösste Elongation des Planeten ist wegen der grossen Excentricität in ziemlich weite Grenzen eingeschlossen, und dementsprechend variirt auch der retrograde Bogen, während die Zeit der Retrogradation geringeren Schwankungen unterworfen ist, da die grössten Werthe der Elongationen in der Erdnähe und Sonnenferne stattfinden, wobei die Geschwindigkeit der Bewegung eine kleinere ist. Die grössten Elongationen liegen zwischen 20 und 26°, die Grösse des retrograden Bogens zwischen 8 und $15\frac{1}{2}$°, die Zeit der Retrogradation zwischen 21 und 23 Tagen.

Mit freiem Auge ist Merkur nur sehr schwer zu sehen; daher sind auch die Beobachtungen aus dem Alterthume und Mittelalter nur sehr spärlich. Unter günstigen Umständen kann er jedoch auch ziemlich hell erscheinen, doch sind diese Gelegenheiten nicht häufig. OUDEMANS sah ihn in Leiden am 3. Februar 1855 zwischen $5^h 20^m$ und $5^h 50^m$ mit blossem Auge wie einen Stern wenigstens zweiter Grösse; am 13. Februar zwischen 6 Uhr 14^m und $6^h 20^m$ ebenfalls mit freiem Auge, heller wie einen Stern erster Grösse[1]). Ueber eine ähnliche Beobachtung berichtet GORE in »The English Mechanic«, Bd. 19, pag. 562.

Um die Messung seines Durchmessers haben sich besonders SCHMIDT und KAISER verdient gemacht; aus den Beobachtungen von Merkursdurchgängen leitete COPELAND seinen Durchmesser zu 6·644" in der Entfernung 1 ab[2]). Die von verschiedenen Beobachtern erhaltenen Werthe schwanken zwischen 6" und $6\frac{3}{4}$"; ein aus denselben abgeleiteter Mittelwerth ergiebt 6·455".

Bedeutend grösseren Unsicherheiten unterliegt die Massenbestimmung. Sieht man von den älteren, durch Conjecturen gefolgerten Werthen ab, so ist zunächst der von ENCKE aus den Störungen des ENCKE'schen Kometen ermittelte Werth $\frac{1}{4865751}$ zu erwähnen[3]); bald darauf[4]) gab ENCKE den aus der Weiterführung seiner Rechnungen folgenden corrigirten Werth $\frac{1}{3200448}$. Die späteren Bestimmungen von LE VERRIER ergaben den wesentlich kleineren Werth $\frac{1}{5310000}$, und einen noch kleineren Werth erhielt v. ASTEN aus den Störungen, welche der ENCKE'sche Komet in der Zeit zwischen 1818 und 1868 erlitt; er fand $\frac{1}{7636440}$. Hiermit im auffallenden Widerspruche stand nun das Resultat, welches BACKLUND aus der Berechnung der Störungen erhielt, die dieser Komet in der Zeit zwischen 1871—1885 erlitt. BACKLUND fand die Merkursmasse gleich $\frac{1}{2668700}$. Die letzteren beiden Resultate wurden unter gleichzeitiger Bestimmung der Constante des widerstehenden Mittels erhalten.

---

[1]) Astron. Nachr. Bd. 40, pag. 200 und 240.
[2]) Astron. Nachr. Bd. 73, pag. 96.
[3]) Astron. Nachr. Bd. 19, pag. 186.
[4]) Astron. Nachr. Bd. 21, pag. 128.

v. HAERDTL fand nun im Gegensatze zu diesen einander ziemlich widersprechenden Resultaten aus der Berechnung der Störungen des WINNECKE'schen Kometen die Merkursmasse $\frac{1}{5012842}$ [1]), also einen, dem LE VERRIER'schen sehr nahen Werth. Ueberdies fand aber v. HAERDTL die bemerkenswerthe Thatsache, dass, wenn in den v. ASTEN'schen und BACKLUND'schen Gleichungen die Constante des Widerstandes nicht mitbestimmt, sondern als empirische Constante in Rechnung gezogen wird, sich für die Merkursmasse die Werthe $\frac{1}{5641100}$ bezw. $\frac{1}{5669700}$ ergaben. Daraus schliesst v. HAERDTL, dass man, mit Rücksicht auf die Uebereinstimmung der letzten Werthe untereinander und mit dem LE VERRIER'schen nicht daran zweifeln könne, dass es unzulässig sei, bei dem Kometen ENCKE gleichzeitig die Widerstandsconstante mit der Merkursmasse zu bestimmen [2]).

Es scheint daher, dass man vorläufig noch bei dem älteren LE VERRIER-schen Werthe der Merkursmasse als einem derzeit allen Beobachtungen am besten entsprechenden verbleiben müsste [3]), wenngleich NEWCOMB in seiner Schrift »The Elements of the four inner planets, 1895, pag. 175«, dem kleineren Werth $\frac{1}{6000000}$ den Vorzug giebt.

Ueber die Oberflächenbeschaffenheit des Merkur ist bisher noch wenig Sicheres bekannt, und sind die gewonnenen Resultate theilweise einander widersprechend.

MÜLLER in Potsdam schloss aus den den verschiedenen Phasen entsprechenden Helligkeitsänderungen des Merkur auf eine dem Erdmonde ähnliche Oberflächenbeschaffenheit und auf den Mangel einer Atmosphäre; hingegen schloss VOGEL 1873 aus spectroskopischen Beobachtungen (Auftreten von Absorptionsstreifen, die nicht der Erde angehören) auf das Vorhandensein einer solchen.

Die Phasen des Merkur wurden schon von dem Jesuiten ZUPUS am 23. Mai 1639 und bald darauf von HEVEL in Danzig, am 22. November 1644, gesehen. Die Veränderlichkeit der Sichelform wurde zuerst von SCHRÖTER in Lilienthal beobachtet. Dieser sah [4]) am 26. März 1800 um 7 Uhr Abends das südliche Horn abgerundet, das nördliche mit einer scharfen Spitze, eine Erscheinung, die nach 24 Stunden wiederkehrte, woraus SCHRÖTER auf eine Rotationsperiode von nahe 24 Stunden schloss. Die genauere Bestimmung ergab sich dann durch Vergleichung mit Beobachtungen nach einem längeren Zeitraume; genau dieselbe Phase sah SCHRÖTER wieder am 16. September Morgens 11 Uhr 8 Minuten, woraus er die Rotationsperiode gleich 24 Stunden 5 Minuten 30 Secunden fand [5]).

Die erste Beobachtung eines Flecks auf der Merkuroberfläche rührt von HARDING in Lilienthal her, der am 18. Mai 1801 einen dunklen Streifen auf der südlichen Hemisphäre, in der Nähe des südlichen Hornes sah, welche Beobachtung auch von SCHRÖTER am darauffolgenden Tage bestätigt wurde. Seine Bewegung stimmte vollkommen mit der aus den Hörnerveränderungen abgeleiteten Rotationszeit [6]). Am 22. Mai und den folgenden Tagen sahen bei-

[1]) Astron. Nachr. Bd. 122, pag. 178.

[2]) ibid. pag. 186.

[3]) Derselbe wurde daher auch in der Tabelle in dem Artikel »Mechanik des Himmels« II. Bd. No. 12, beibehalten.

[4]) ZACH's Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde. [illegible] pag. 574.

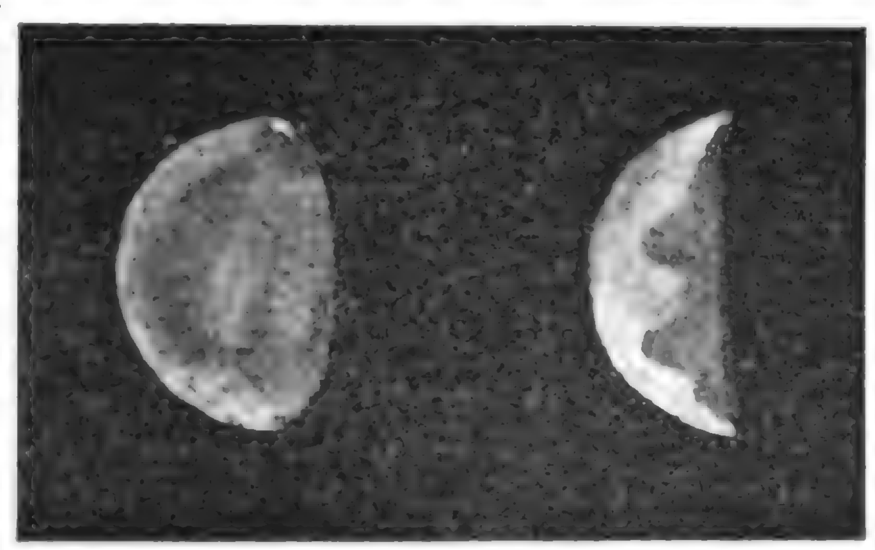
[5]) ibid. IV. Bd., pag. 221; Berl. Astron. Jahrbuch für 1804, pag. 97.

[6]) Monatl. Corresp. Bd. IV, pag. 223, Berl. Astr. Jahrbuch für 1804, pag. 98.

Beobachter einen runden, verwaschenen, dunklen Fleck, der in der Nähe der Schattengrenze diese bei starker Vergrösserung wie ausgezackt erscheinen liess und dessen weitere Verfolgung bis zum 14. Juni gelang und ebenfalls eine Bestätigung der erhaltenen Rotationsgeschwindigkeit ergab. Aus der Gesammtheit der Beobachtungen bestimmte später BESSEL[1]) die Rotationsperiode zu 24 Stunden 6 Minuten 52·57 Secunden.

Von späteren Beobachtungen dieser Art ist nicht viel bekannt geworden. Zu erwähnen wäre nur, dass PETERSEN und SCHUMACHER während des Durchganges des Merkur vor der Sonnenscheibe 1832 Mai 5 in der Mitte des Merkur bald einen helleren, bald einen dunkleren Fleck wahrgenommen haben[2]); während HARDING bei dieser Gelegenheit zwei hellere Flecke mit aller denkbaren Deutlichkeit gesehen, und in einem Zeitraume von beinahe 6 Stunden ihre Fortrückung bemerkt und aufgezeichnet hatte[3]).

Selbst die grösseren und lichtstärkeren Fernröhre der späteren Zeit haben über die Oberflächenbeschaffenheit des Merkur keine positiven Resultate ergeben, und VOGEL bemerkt im zweiten Hefte der Bothkamper Beobachtungen, dass er wohl einige Flecke wahrgenommen habe, dass aber die Versuche, etwas Näheres über die Oberflächenbeschaffenheit zu erhalten, erfolglos geblieben wären. Die Fig. 384 ist nach den von VOGEL in Bothkamp 1871 April 14 und April 22 aufgenommenen Zeichnungen wiedergegeben.



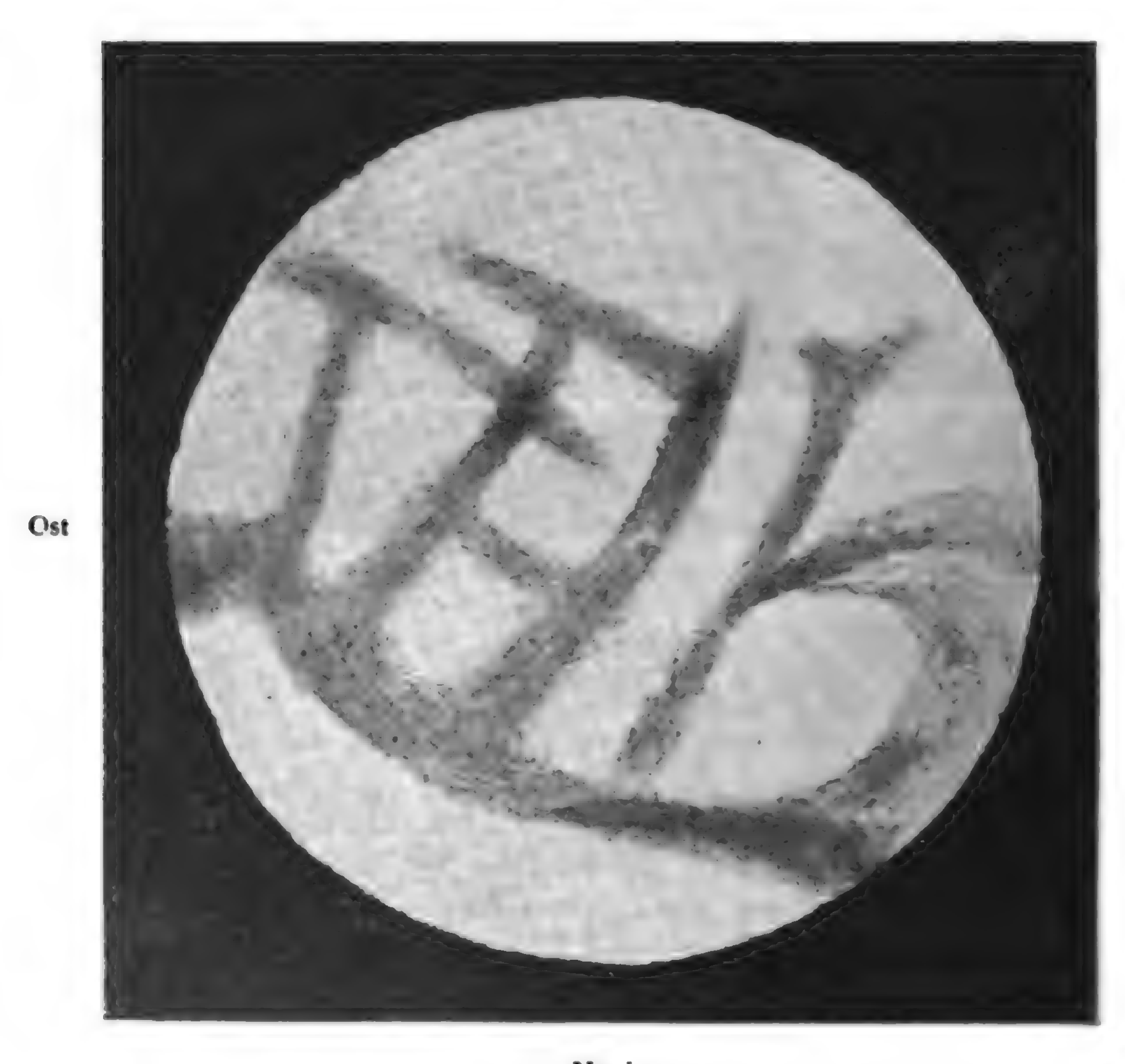
(A. 384.)
Merkur
beobachtet von VOGEL in Bothkamp
1871 April 14 1871 April 22

SCHIAPARELLI[4]) kommt aus seinen Beobachtungen der Jahre 1882—1889 zu ganz neuen Ergebnissen. Er bemerkte ebenfalls, dass sich der Anblick der Merkurphasen von einem Tage zum andern nicht ändere, dass aber auch eine merkliche Veränderung in der Zwischenzeit nicht zu constatiren sei. Es wäre daher die Annahme, dass Merkur eine oder mehrere Rotationen in einem Tage ausführe, auszuschliessen, und nur die Annahme mit den Beobachtungen vereinbar, dass die Umdrehungszeit sehr langsam wäre. Betrachtet man Merkur in verschiedenen synodischen Umläufen, aber in denselben Stellungen gegen Sonne und Erde, so ist nach SCHIAPARELLI im Allgemeinen die Stellung der Flecke bis auf eine kleine Verschiebung nahe dieselbe, so dass er zu dem Schlusse kommt, dass Merkur um die Sonne so rotirt, wie der Mond um die Erde. Abgesehen von kleinen Abweichungen, wäre dann die Rotationsdauer ohne weitere Rechnung 87·97 Tage; doch sieht SCHIAPARELLI dieses Resultat aus den Beobachtungen von 1882—1889 noch nicht als vollständig bewiesen an; eine

1) Berl. Astr. Jahrbuch für 1812, pag. 222.
2) Astron. Nachr. Bd. 10, pag. 133.
3) ibid., pag. 220.
4) »Sulla Rotazione di Mercurio«, Astron. Nachr. Bd. 123, pag. 241.

Differenz von etwa $\frac{1}{1000}$ des Werthes würde die Beobachtungen noch immer genügend genau darstellen[1]).

Von dieser Thatsache ausgehend, wurde nun SCHIAPARELLI bei seinen weiteren Beobachtungen geleitet. Die grosse Schwierigkeit der Beobachtungen lag in der Art, in welcher sich die Flecke darbieten; die Contouren waren stets unbestimmt, die dunklen Flecke konnten nur mit Aufwand äusserster Sorgfalt gesehen werden; sie stellten sich fast immer dar unter der Form von leichten Schatten *(sotto forma di striscie d'ombra estremamenti leggera)*[2]). Unter günstigen Umständen erschien die Farbe wie rothbraun *(rosso bruno)*, während die allgemeine Farbe der Scheibe mehr rosenfarbig bis kupferfarbig *(colore roseo, declinante al cupreo)* war. Diese ausserordentliche Schwierigkeit der Beobachtungen gestattete auch nicht eine genaue Bestimmung der Lage der Rotationsaxe. SCHIAPARELLI konnte aus den Beobachtungen nur entnehmen, dass die Neigung der Rotationsaxe keinesfalls den Werth von 23° oder 25° erreichen könnte. Die



(A. 385.)

Merkurkarte nach SCHIAPARELLI (A. N. No. 2944).

charakteristische Figur für die grösste östliche Digression ist nach der Karte von SCHIAPARELLI in Fig. 385 wiedergegeben.

---

[1]) ibid., pag. 244.

[2]) ibid., pag. 247.

Spätere Beobachtungen von PERCIVAL LOWELL[1]) ergaben dasselbe Resultat. LOWELL spricht sich jedoch viel zu bestimmt aus; er meint, dass seine Beobachtungen mit irgend einer Differenz wesentlich unvereinbar wären[2]). Ob das Resultat in dieser Schärfe aufrecht zu erhalten ist, bleibt immerhin noch durch spätere Beobachtungen zu bestätigen.

Venus.

Die grössten Elongationen der Venus sind nur mässigen Schwankungen unterworfen, zwischen 44° und 48°; der retrograde Bogen schwankt zwischen 14° und 16°, die Zeit der Retrogradation zwischen 40 und 43 Tage; in ihrer östlichen Elongation erscheint sie am Abendhimmel nach Sonnenuntergang (Abendstern), in ihrer westlichen Elongation am Morgenhimmel (Morgenstern). In ihrem grössten Glanze erscheint sie wie ein Stern erster Grösse, oft heller als Sirius; doch ist das Maximum ihrer Helligkeit nach den Untersuchungen von MÜLLER innerhalb etwa $1\frac{1}{2}$ Grössenklassen veränderlich.

Zieht man die von verschiedenen Beobachtern (MÄDLER, SCHMIDT, SECCHI, KAISER, HARTWIG u. a.) erhaltenen Werthe des Durchmessers zusammen, so erhält man als Mittelwerth für den Durchmesser der Venus in der Einheit der Entfernung 17·190″.

Da die Venus keinen Satelliten hat, so kann die Masse derselben ebenfalls nur aus den Störungen berechnet werden, welche sie auf die Bewegung der anderen Himmelskörper ausübt. POWALKY giebt die folgende Zusammenstellung der verschiedenen für die Venusmasse erhaltenen Werthe[3]).

LE VERRIER fand aus den periodischen Störungen der Erde: $\frac{1}{412000}$, aus den Aenderungen der Schiefe der Ekliptik zwischen 1755—1846: $\frac{1}{437000}$.

Der von HANSEN und OLUFSEN in ihren Sonnentafeln verwendete Werth ist: $\frac{1}{405000}$.

HILL fand aus der Knotenbewegung der Venus mit der Sonnenparallaxe 8·848″: $\frac{1}{427000}$.

POWALKY leitete aus der Erdbewegung den Werth ab: $\frac{1}{397000}$.

Der zweite und vierte Werth scheinen wohl zu klein, der POWALKY'sche zu gross zu sein. Legt man dem ersten und dritten Werthe doppeltes Gewicht bei, so ergiebt sich als Mittelwerth $\frac{1}{410000}$, von welchem Werthe sich auch das einfache Mittel wenig unterscheidet und ebenso der neueste von NEWCOMB in seinem oben citirten Werk, nämlich $\frac{1}{408000}$.

Die Phasen der Venus wurden zum ersten Male 1610 von GALILEI gesehen, aber erst am 3. August 1700 hatte LAHIRE die Schattengrenze gezackt beobachtet[4]), doch war an eine genaue Bestimmung der Umdrehungszeit aus den Veränderungen der Schattengrenze nicht zu denken. Inzwischen hatte schon BURATINI in Polen[5]) und bald darauf CASSINI am 18. Juni 1667 Flecke auf der Venus gesehen. CASSINI verfolgte auch den Ort eines Flecks auf der Venusoberfläche und schloss auf eine Rotationszeit von ungefähr 23—24 Stunden. CASSINI der jüngere fand für dieselbe 23 Stunden 2·5 Minuten.

---

[1]) Astron. Nachr. Bd. 142, pag. 23.

[2]) ibid., pag. 391.

[3]) Astron. Nachr. Bd. 88, pag. 265.

[4]) Mémoiren der Pariser Academie für 1700, pag. 288.

[5]) Angezeigt von AUZOUT im Journal des Savants für 1665, pag. 287, dann von ihm selbst, ebenda 1668, pag. 33 und 101.

Bianchini bemerkte am 26. Februar 1726 zwischen 5 Uhr 45 Minuten Nachmittags und 9 Uhr Abends keine Veränderung der Flecke und schloss daraus, dass die Rotationszeit keinesfalls 23 Stunden sein könne. Aus seinen weiteren Beobachtungen aus den Jahren 1726 und 1727 leitete er die Rotationsdauer zu 24 Tagen 8 Stunden ab. Schröter beobachtete 1788 und 1793 die Veränderungen der Hörner und leitete daraus die Umlaufszeit 23 Stunden 21 Minuten 19 Secunden ab. Andererseits kam Valz aus den Beobachtungen von Flaugergues aus dem Jahre 1796 und aus seinen eigenen Beobachtungen wieder zu dem Resultate, dass die Rotationsdauer der Venus keinesfalls 23 Stunden betragen könne.

Gegenüber diesen positiven Angaben, welche theils für eine kurze Rotationsdauer von 23 Stunden, theils für eine längere von 24 Tagen sprachen, sind jedoch einige andere zu erwähnen, welche die Resultate überhaupt als zweifelhaft erscheinen lassen. Die Venusflecke sind nämlich ausserordentlich schwierig zu sehen, und Herschel fand mit seinen grossen Instrumenten keine Flecken auf der Venus, nie Unregelmässigkeiten in der Schattengrenze und keine Veränderungen in den Hörnergrenzen. Dennoch neigt er der Meinung zu, dass die Rotation kaum so langsam sei, dass die Rotationsdauer 24 Tage betragen würde[1].

Auch Valz hatte auf die langsame Rotationsdauer nicht aus Fleckenbeobachtungen, sondern aus der Unveränderlichkeit der Schattengrenze geschlossen[2]. »*depuis longtemps je partageois l'opinion soutenue, ayant vu maintesfois les échancrures du croissant immobiles pendant plusieurs heures de suite.*« Allerdings war sein Fernrohr nur von mässiger Stärke, denn Jupiterflecke, die Airy und Bessel sehr gut sahen, konnte er durch sein Fernrohr nicht beobachten[3]. Trotzdem hatte aber Hussey nach den Beobachtungen von Bianchini, welche allein er für vertrauenswürdig erklärt[4], eine Karte der Venus entworfen, die zahlreiche Details zeigt[5].

Aus den nächsten Jahren sind sodann die Beobachtungen von Mädler und de Vico zu erwähnen.

Mädler hatte Flecke nie wahrgenommen; aber aus der »oft überraschend schnellen Veränderung der Hörnergestalten, wenn sie nicht aller Objectivität ermangeln«, muss man auf die Unvereinbarkeit mit der Bianchini'schen Angabe schliessen[6]. Auch Lamont hat einige Flecke wahrgenommen[7]; und Schumacher berichtet[8], dass er 1844 April 26 Flecke auf der Venus sah, und zwar mit einem kleinen Fernrohre; mit einem grösseren waren sie durch den starken Glanz der Venus nicht zu sehen.

---

[1]) Vergl. Vogel in Bothkamper Beobachtungen, II. Heft, pag. 128.

[2]) Astron. Nachr. Bd. 12, pag. 239.

[3]) Doch hat Mädler Unrecht, wenn er diese beiden Aeusserungen für einander widersprechend hält.

[4]) Monthly Notices of the Royal Astron. Society, II. Bd., pag. 78. Merkwürdiger Weise führt er als Argument hierfür gegenüber anderen Beobachtern auch »the character of the Observer« an. ibid., pag. 79.

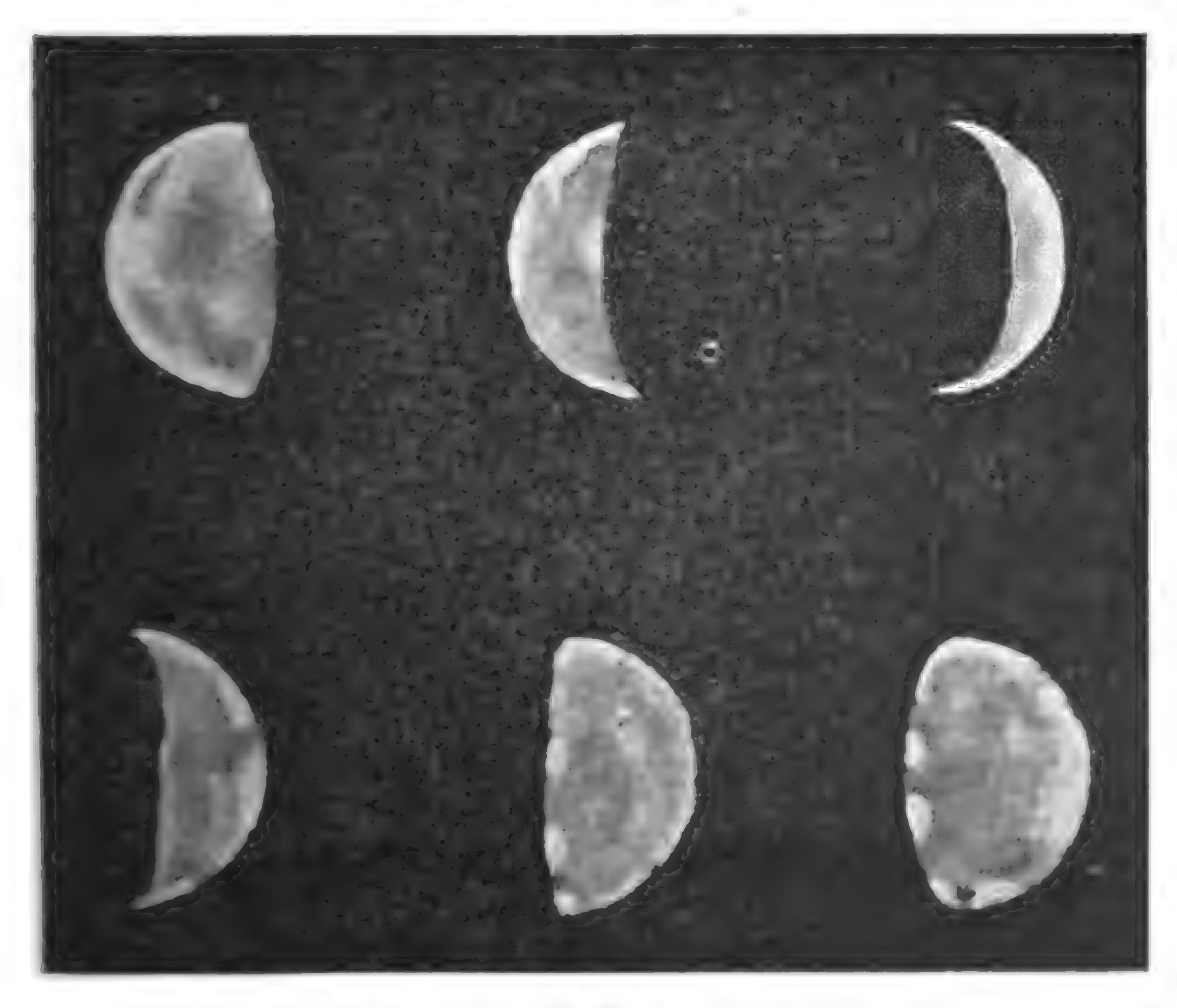
[5]) Astron. Nachr. Bd. 11, pag. 121 und 139.

[6]) »Beiträge zur physischen Kenntnis der Himmelskörper«, pag. 132 und Astron. Nachr. Bd. 14, pag. 197.

[7]) Astron. Nachr. Bd. 14, pag. 182.

[8]) Astron. Nachr. Bd. 45, pag. 160.

DE VICO hingegen hat Flecke ganz deutlich wahrgenommen, so dass er aus denselben auch die Rotationsperiode ableiten konnte: Er sagt[1]): »*Generalmente le macchie si presentano sotto l'aspetto di una sfumatura assai carica verso il centro; ma le cui estremità si perdono insensibilmente . . . Quanto al tempo della rotazione essa si compie in meno di 24 ore solari. Per tutto il tempo, in cui Venere sta sopra l'orizzonte, non essendo da noi mai abbandonata, scorgiamo troppo evidentemente che le sue macchie si avanzano sensibilmente e con moto regolare, fino a nascondersi e poi ricomparire a suo luogo dall'ora conveniente nel giorno appresso. Ed è cosa notabilissima, che dentro lo spazio di tre o quattr'ore tal' è la loro disposizione sul disco, che tornano presso a poco a mostrarsi nella medesima positura, benchè alcuna d'esse non sia più la stessa di prima. Dal che può facilmente avvenire, che chi d'ora in ora non segue il moto delle macchie possa credere dileggieri, ma falsamente, ch'elle non si sieno mosse.*« Dieser Schluss — dass die Vertheilung der Flecken nach 3—4 Stunden eine solche sei, wie vor dieser Zeit, so dass man, wenn man nicht von Stunde zu Stunde der Bewegung der Flecken folge, irrthümlich meinen könne, sie hätten sich nicht bewegt — macht das Wiedererkennen der Flecke am folgenden Tage[2]) gewiss ausserordentlich schwer,



(A. 386.)

Beobachtungen der Venus von H. C. VOGEL 1871

Mai 24	Juni 17	Juli 30
November 1	November 17	December 24

so dass es befremdlich erscheint, wie DE VICO unter diesen Umständen die Rotationszeit bis auf Hundertel Zeitsecunden ($23^h 21^m 21^s \cdot 93$) bestimmen konnte.

[1] Astron. Nachr. Bd. 17, pag. 307.

[2] Vergl. VOGEL, Bothkamper Beobachtungen, II. Heft, pag. 118.

Die Beobachtungen von VOGEL aus den Jahren 1871, 1872 und 1873 für die Bestimmung der Rotationsdauer des Planeten waren erfolglos[1]). Es wurden mit Sicherheit Flecke constatirt. Die Fig. 386 giebt die VOGEL'schen Beobachtungen von 1871 Mai 24, Juni 17, Juli 30, November 1, November 17 und December 24 wieder. VOGEL konnte auch durch Vergleichung von Zeichnungen, die innerhalb weniger Stunden aufgenommen waren (so insbesondere 1871 Mai 23: $6^h 7^m$ und $8^h 47^m$; ferner September 14: $2^h 55^m$ und $23^h 15^m$)[2]) auf eine sehr langsame Veränderung schliessen, konnte jedoch nicht zu einem bestimmten Schlusse über die Rotationszeit gelangen.

Die Resultate seiner Venusbeobachtungen fasst er folgendermaassen zusammen[3]):

»1) Auf dem von der Sonne beleuchteten Theil der Venusoberfläche lassen sich unter günstigen atmosphärischen Verhältnissen verschiedene Lichtabstufungen sowie auch helle und dunkle Flecken wahrnehmen, welche nur sehr langsame Veränderungen, sowohl in Bezug auf Gestalt wie auch auf Position, zeigen. Diese Flecken sind meist unbestimmt begrenzt und heben sich nur so wenig von den umliegenden Theilen der Planetenscheibe ab, dass sie sich selbst bei guter Luft dem Auge des Beobachters nur intermittirend darstellen und daher nur schwer und unsicher aufzusuchen sind. Diesem Umstande mag es zum Theil zugeschrieben werden, dass das Aussehen des Planeten innerhalb weniger Stunden, ja sogar von einem Tag zum andern sich scheinbar nur wenig verändert. Man wird unter solchen Verhältnissen nur grössere Veränderungen zu beobachten im Stande sein.

»Das nebelartig verschwommene Aussehen der Flecke, sowie die — besonders zu der Zeit, wo die Venus als Sichel erscheint — auffallende Abnahme des Lichtes nach der Beleuchtungsgrenze machen es sehr wahrscheinlich, dass der Planet von einer Atmosphäre umgeben ist, in der eine sehr dichte und dicke Schicht von Condensationsprodukten schwebt, und dass die Aufhellungen in dieser Schicht nie so weit gehen, dass sie deutlich markirte Flecken auf der Venusscheibe bedingen oder einen Durchblick auf die Oberfläche des Planeten gestatten.

»Unter diesen Verhältnissen scheint es unmöglich, aus den Flecken, die man auf der Oberfläche der Venus bemerkt, Schlüsse über die Rotationszeit oder die Lage der Rotationsaxe des Planeten zu ziehen.

»2) Unregelmässigkeiten, d. h. Aus- oder Einbuchtungen an der Beleuchtungsgrenze, sind nur an wenigen Tagen vermuthet worden, nie konnten dieselben mit solcher Bestimmtheit fixirt werden, dass man aus einer etwaigen Wiederkehr oder einer Lagenveränderung in kürzerer Zwischenzeit auf eine Rotation des Planeten hätte schliessen können. Oft schienen Ausbuchtungen vorhanden zu sein, bei sorgfältiger Prüfung zeigte sich aber die Beleuchtungsgrenze ganz gleichmässig verlaufend, hellere in der Nähe dieser Grenze befindliche Stellen hatten die Täuschung hervorgebracht. Die Entscheidung war übrigens oft schwierig, besonders dann, wenn durch die Unruhe der Luft die Ränder der Planeten stark undulirten. Kleinere Auszackungen, Vorsprünge, isolirt auf der Nachtseite liegende Punkte, Gestaltsveränderungen der Hörner sind nie beobachtet worden.

[1]) ibid., pag. 125.

[2]) ibid., pag. 120, 123.

[3]) ibid., pag. 125 und 126.

»3) Lichterscheinungen auf der Nachtseite der Venus konnten mit einiger Bestimmtheit gesehen werden, sie erstreckten sich aber nicht über den ganzen dunklen Theil der Planetenscheibe, sondern waren nur bis zu einer Entfernung von etwa 30° von der Beleuchtungsgrenze wahrzunehmen. Dieselben können möglicherweise das Phänomen einer sehr starken Dämmerung sein, was wiederum sehr für das Vorhandensein einer hohen und dichten Atmosphäre sprechen würde. Die fraglichen Lichterscheinungen scheinen jedoch nicht immer sichtbar zu sein, und wenn man nicht den Grund davon in der grösseren oder geringeren Undurchsichtigkeit unserer Atmosphäre suchen will, dürfte das zeitweilige Auftreten für die Annahme elektrischer, mit Lichtentwickelung verbundener Vorgänge sprechen. Das Spectroskop, das in einem solchen Falle am ehesten hierüber eine Entscheidung bringen könnte, lässt leider wegen der zu grossen Lichtschwäche keine Anwendung zu.

»Ein Uebergreifen der Hörnerspitzen nach der Nachtseite der Venus konnte aus den am Tage angestellten Messungen nicht nachgewiesen werden . . . .«

Zwischen 1877 November 13 bis 1878 Februar 7 hatte TROUVELOT zwei weisse Flecke nahe dem südlichen Horne beobachtet[1]), welche von RUSSELL schon 1877 Juni 15 gesehen worden waren[2]).

Auch die Hörnerveränderungen sind auf Flecken zurückzuführen, indem sich dunkle Flecken an der Schattengrenze bis an die Hörner vorschieben, wobei eine beträchtliche Schwächung des Lichtes erzeugt wird, die den Eindruck eines »abgestumpften Hornes« hervorruft[3]).

Schon aus den VOGEL'schen Ausführungen ist zu entnehmen, dass das Aussehen des Planeten sich selbst von einem Tage zum andern nur wenig verändert; VOGEL suchte die Ursache in der unbestimmten Begrenzung und der Schwierigkeit der Auffassung der Flecken. Dem gegenüber war SCHIAPARELLI aus seinen Beobachtungen 1895 zum Schlusse gekommen, dass die Rotationsdauer der Venus gleich sei ihrer Umlaufszeit, also 224·7 Tage[4]). Zu demselben Resultate ist auch MASCARI[5]) gekommen, nachdem er sich bereits 1893 gegen die Rotationsdauer von 24 Stunden ausgesprochen hatte, und auch P. LOWELL[6]) schloss sich der Meinung von SCHIAPARELLI an, während VILLIGER aus seinen Beobachtungen in München wieder auf die Rotationszeit von 24 Stunden geführt wurde[7]).

Aehnlich wie beim Monde kann man auch den nicht erleuchteten Theil der Venusscheibe in mattem »aschgrauem« Lichte sehen; doch gehört diese Erscheinung zu den Seltenheiten. KIRCH war wohl der erste, der die Nachtseite der Venus sah. Er berichtet, dass er 1721 Juni 7 und 1726 März 8 »das tunckle Veneris« gesehen hat[8]), und zwar den dunklen Theil von kleinerem Halbmesser, wofür er auch die richtige Erklärung giebt (Irradiation): »dass sich das helle Licht in unserem Auge ausbreitet, und grösser scheint, als es in der That ist«

[1]) The Observatory, Bd. III, pag. 417.
[2]) ibid., III. Bd., pag. 574.
[3]) Vergl. VOGEL, l. c., pag. 121.
[4]) Astron. Nachrichten, Bd. 138, pag. 252.
[5]) Astron. Nachrichten, Bd. 139, pag. 304.
[6]) Astron. Nachrichten, Bd. 142, pag. 361.
[7]) Astron. Nachrichten, Bd. 139, pag. 312.
[8]) S. die Notiz von SCHÖNFELD, Astron. Nachrichten, Bd. 67, pag. 27.

Sodann wäre eine Beobachtung von HARDING in Göttingen vom 24. Januar 1806[1]) und von SCHRÖTER in Lilienthal vom 14. und 21. Februar 1806[2]) zu erwähnen.

ŠAFAŘIK gab in den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der königl. böhm. Akademie der Wissenschaften 1873 eine Zusammenstellung aller jener Fälle, wo die Nachtseite der Venus gesehen wurde; zu dem Auszuge in der Vierteljahrsschrift der Astr. Gesellsch., Bd. I, pag. 213 bemerkt WINNECKE, dass er selbst »seit 24 Jahren die Venus häufig mit den verschiedensten Fernröhren und unter allen Verhältnissen, gewiss viele hundertmale, zum Theil mit der Absicht, das Secundärlicht zu sehen, beobachtet, und nur zweimal den merkwürdigen Schimmer wahrgenommen habe«. Auch MÄDLER bemerkt in seinen »Beiträgen zur physischen Kenntniss der Himmelskörper« pag. 139, dass er und BEER das aschfarbige Licht nie gesehen hätten[3]).

Dass die Nachtseite der Venus bei hellstem Sonnenschein in der Mittagsstunde gesehen wurde, kam überhaupt nur zweimal vor; das erste Mal wurde diese Beobachtung am 20. Oktober 1759 von ANDREAS MAYER in Greifswald, das zweite Mal am 25. September 1871 von WINNECKE in Karlsruhe beobachtet[4]).

Trabanten des Merkur und der Venus sind bisher keine entdeckt worden. Zwar wurden wiederholt Beobachtungen bekannt gemacht, welche eine solche Auslegung erfuhren, doch bestätigte sich bisher keine dieser Annahmen. Meist waren es dunkle Flecken, die bei Vorübergängen des Merkur oder der Venus auf der Sonnenscheibe gesehen wurden[5]), die aber nur als Sonnenflecke zu deuten sind, oder aber Nebenbilder, wie dieselben manchmal in den Fernrohren auftreten. Dass einer der kleinen Planeten zufällig in der Nähe der Venus beobachtet und für einen Trabanten derselben gehalten worden sei, scheint mit Rücksicht auf die Grösse derselben nicht wahrscheinlich, aber doch auch nicht gerade ausgeschlossen, worauf bezüglich der erst entdeckten schon v. ENDE[6]) hinweist. Dergleichen Angaben über einen vermeintlichen Venusmond finden sich ziemlich zahlreich. Schon am 15. November 1645 hatte FONTANA, dann am 25. Februar 1672 und später, am 28. August 1686, CASSINI einen Venusmond zu sehen geglaubt[7]). Beide hielten die beobachteten Objecte für reell. Später findet sich eine Beobachtung von SHORT vom 23. October 1740[8]) und zwischen 1759 und 1764 zahlreiche Angaben, unter anderen eine von HORREBOW; LAMBERT versuchte aus diesen Beobachtungen eine Bahn abzuleiten[9]), aber seit 1764 finden sich keine neuerlichen Beobachtungen verzeichnet.

Mars.

Obgleich dieser Planet der Erde nicht so nahe kommen kann, wie Venus — in den günstigsten Oppositionen (im August und September), kann er sich der Erde

[1]) Berl. Astr. Jahrbuch für 1806, pag. 167.

[2]) ibid pag. 164.

[3]) Vergl. auch VOGEL, Bothkamper Beobachtungen, II Heft, pag. 124.

[4]) Astron. Nachrichten, Bd. 78, pag. 236.

[5]) Astron. Nachrichten, Bd. 10, pag. 197.

[6]) ZACH's Monatliche Correspondenz Bd. 24, pag. 394.

[7]) Histoires et Mémoires de l'Academie de France, Bd. VIII (1731), pag. 183.

[8]) Philosoph. transact. of the Royal Society für 1741, pag. 646.

[9]) Berliner Memoiren für 1773, pag. 222, und Berliner Astron. Jahrbuch für 1777, pag. 1; und für 1778, pag. 186.

bis auf 54 Millionen *km*, in den ungünstigsten (Februar und März) nur auf 96 Millionen *km* nähern, — ist uns die Configuration seiner Oberfläche viel besser bekannt, als diejenige der Venus; allein dieses bezieht sich nur auf die Configuration, keineswegs aber auf die wirkliche Oberflächenbeschaffenheit; über diese gehen die Meinungen, und auf solche ist man zur Zeit noch angewiesen, noch ziemlich weit auseinander.

Gemäss der sehr grossen Excentricität seiner Bahn variirt sein retrograder Bogen mit der Zeit der Retrogradation ziemlich stark; ersterer zwischen 11° und 20°, letztere zwischen 64 und 80 Tagen. Auch sein scheinbarer Durchmesser ist, selbst in den Oppositionen, in ziemlich weiten Grenzen veränderlich. Die Bestimmung desselben stösst ebenso wie bei Venus in Folge der Irradiation auf nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Die von verschiedenen Beobachtern (BESSEL, SCHMIDT, LE VERRIER, WINNECKE, KAISER, ENGELMANN, PRITCHETT, YOUNG u. a.) erhaltenen Werthe, auf die Einheit der Entfernung reducirt, schwanken zwischen 9″·2 und 11″·1. Das Mittel 9″·730, welches nur unwesentlich von dem von STONE[1]) abgeleiteten abweicht, dürfte der Wahrheit am nächsten kommen.

Schon J. D. CASSINI sah den Planeten abgeplattet[2]). Wirkliche Messungen rühren von WINNECKE[3]) und KAISER[4]) her. Nach KAISER's Messungen ist der Aequatorealhalbmesser in der Einheit der Entfernung 9″·518, der Polarhalbmesser 9″·436; nach WINNECKE's Messungen bezw. 9″·235, und 9″·202, daher die Abplattung $\frac{1}{115}$ bezw. $\frac{1}{280}$. ADAMS[5]) folgerte auf theoretischem Wege, dass auch Mars nicht homogen wäre.

Die älteren Massenbestimmungen gründeten sich auf die Störungen, welche Mars in der Bewegung anderer Himmelskörper, vorzugsweise der Erde hervorbringt; LE VERRIER erhielt $\frac{1}{2970000}$, HANSEN verwendete in den Sonnentafeln $\frac{1}{3915000}$ Schon die ersten Beobachtungen der Satelliten, bald nach ihrer Entdeckung, lieferten ausreichendes Material, um einen Werth der Marsmasse abzuleiten. Die erhaltenen Werthe weichen nicht erheblich von den älteren, auf ganz anderem Wege erhaltenen ab. NEWCOMB leitete 1877 den Werth $\frac{1}{3090000}$ ab; im folgenden Jahre berechnete HALL aus seinen Beobachtungen $\frac{1}{3031000}$, welchen Werth er jedoch nur als genähert ansieht, und durch $\frac{1}{3100000}$ ersetzt. Eine genauere Reduction derselben Beobachtungen lieferte PRITCHETT den Werth $\frac{1}{3075000}$. In Erwartung eines genaueren aus sämmtlichen späteren Beobachtungen abzuleitenden Werthes kann vorläufig der HALL'sche abgerundete beibehalten werden, welcher zugleich dem von NEWCOMB neuerdings berechneten sehr nahe kommt, nämlich 1/3[illegible].

Die erste, unzweifelhafte Beobachtung von Marsflecken rührt wohl von HUYGENS her; zwar findet sich schon auf einer Darstellung von FONTANA vom 24. August 1638 ein dunkler Fleck in der Mitte des Mars, und RICCIOLI berichtet in seinem »Almagestum novum«, dass P. DANIEL BARTOLUS am 24. Dezember 1645 im unteren Theile der Marsscheibe zwei Flecke gesehen habe, und dass er eine

---

[1]) Monthly Notices of the R. Astron. Soc. Bd. 41, pag. 145.

[2]) Pariser Memoiren II. Bd. (1733), pag. 130.

[3]) Astron. Nachrichten Bd. 48, pag. 102.

[4]) Astron. Nachrichten Bd. 62, pag. 52; Annalen der Sternwarte zu Leiden III. Bd., pag. 236.

[5]) Monthly Notices of the R. Astron. Soc. Bd. 40, pag. 10.

Rotation des Planeten vermutete[1]). Da aber zunächst der weisse Südpolarfleck auffallen muss, so ist wenigstens die erstere Beobachtung wohl eher auf einen Irrthum oder eine Täuschung zurückzuführen.

Der Südpolarfleck findet sich zum ersten Male dargestellt auf einer Zeichnung von HUYGENS aus dem Jahre 1672. HERSCHEL zog aus seinen Beobachtungen aus den Jahren 1777 bis 1783 den Schluss auf die Unveränderlichkeit der Flecke, und bestimmte auch die Rotationszeit des Planeten zu 24 Stunden, 39 Minuten, 21⅔ Secunden[2]).

Eingehender beschäftigte sich MÄDLER mit dem Planeten. Die Zeichnungen MÄDLER's zeigen mehr oder weniger ausgedehnte Flecke (nirgends aber die später wahrgenommenen Linienzüge) mit verschwommenem, unscharfem Uebergange in die Umgebung, woraus MÄDLER auf das Vorhandensein einer Atmosphäre auf dem Planeten schliesst. Die Rotationsdauer giebt MÄDLER zu $24^h\ 37^m\ 9^s{\cdot}9$[3]) und später aus der Verbindung der Erscheinungen 1830 und 1832 gleich $24^h\ 37^m\ 20^s{\cdot}4$[4]). Die Richtung der Axe liegt so, dass der Hochsommer der südlichen Halbkugel mit dem Perihel zusammenfällt; da dieses auch die günstigsten Oppositionen sind (im Herbste), so ist es natürlich, dass die südliche Marshemisphäre uns genauer bekannt wird, als die nördliche Halbkugel, die in den Frühjahrsoppositionen gegen die Erde und Sonne zu gerichtet ist, wo der Mars nahe doppelt so weit von der Erde entfernt bleibt. Die Neigung der Axe giebt MÄDLER zu 30° 18′ an.

Insbesondere aber beschäftigte sich MÄDLER mit den Polarflecken; er constatirte schon 1830 die veränderliche Ausdehnung des Südpolarflecks[5]). Derselbe reichte, vom Pole ausgehend:

	1880 Aug. 31	Sept. 10	Sept. 15	Okt. 2	Okt. 5	Okt. 20
bis zur Breite	83° 37′	84° 15′	86° 25′	86° 50′	87° 7′	85° 59′

Besonders günstig waren die Beobachtungen der Frühjahrsopposition 1837; der Nordpolarfleck war ausserordentlich ausgedehnt; er reichte Januar 12 bis zur Breite 74° 18′ und März 7 bis zur Breite 76°. Gleichzeitig aber hatte auch der Südpolarfleck eine mächtige Ausdehnung erreicht; trotzdem die Südhemisphäre von dem Beobachter weggewendet war, zeigte sich an der Begrenzung noch ein deutlich sichtbares Uebergreifen des Flecks, so dass derselbe mindestens bis zur südlichen Breite von 55° gereicht haben musste.

Die Farbe der Polarflecken ist entschieden weiss gegenüber der mehr röthlichen Farbe der übrigen Oberfläche; das Maximum der Ausdehnung derselben fällt nicht unmittelbar zur Zeit der Solstitien, sondern einige Zeit nach denselben, so dass MÄDLER zu der Annahme geführt wird, »dass wir in diesen weissen Flecken einen unserem Schnee analogen Winterniederschlag auf der Marskugel erblicken«[6]).

Die späteren Beobachtungen von SECCHI, ROSSE, LASSELL, LOCKYER aus den Jahren 1856 lieferten werthvolles Vergleichungsmaterial für spätere Untersuchungen

[1]) Vergl. KAISER, »Untersuchungen über den Planeten Mars bei den Oppositionen in den Jahren 1862 und 1864«, pag. 7. Die letztere Angabe dürfte auf wirklich beobachtete Flecke hindeuten, wenn nicht das im Fernrohr gesehene (umgekehrte) Bild gemeint ist.

[2]) Philosoph. transact. of the R. Soc. für 1781, pag. 136; Connaissance des temps für 17[illegible] pag. 344.

[3]) Beiträge zur physischen Kenntniss der himmlischen Körper, pag. 113.

[4]) ibid., pag. 117.

[5]) ibid., pag. 114 und 118.

[6]) l. c., pag. 124.

allein wesentliche Aufschlüsse über die Oberflächenconfiguration ergaben dieselben nicht. Erwähnt mag nur die Bemerkung von SECCHI zu seinen Zeichnungen werden[1]): »*La tâche à fig. 2 ajouté à la tâche à fig. 1, constitue une espèce de continent rougeâtre, contourné par un canal bleuâtre. Sur le reste de la surface de la planète on n'a que des continents sans ces canaux et tout le globe est d'une monotonie frappante.*« Allein dieser »Kanal« hat, nach der Beschreibung und Zeichnung zu schliessen, nicht den Charakter der später von SCHIAPARELLI gefundenen Kanäle.

Eine neue Epoche für die Marsuntersuchungen begann mit den Arbeiten KAISER's. Zur Beurtheilung der von ihm benutzten Quellen und der zu überwindenden Schwierigkeiten werden am besten die folgenden Worte KAISER's dienen[2]): »Die Zahl der Abbildungen des Planeten, welche ich bei meinen Untersuchungen benutzen konnte, beträgt 412; bei einer beträchtlichen Anzahl derselben findet man zwischen ihnen so ungeheure Unterschiede, dass man kaum glauben möchte, dass sie denselben Körper darstellen. Diese Unterschiede lassen sich aber theilweise aus ganz natürlichen Ursachen erklären, selbst in der Voraussetzung, dass die Oberfläche des Planeten keinen Aenderungen unterliegt . . . . Die Flecken auf dem Planeten Mars zeigen sich, auch in den günstigsten Fällen, nur in der Mitte seiner Scheibe mit einiger Deutlichkeit und in ihrer wahren Gestalt. Die Flecken, welche den Rändern näher liegen, sind perspektivisch sehr verkürzt, zeigen sich daher nicht in ihrer wahren Form und sind meist unkenntlich. Dieser Uebelstand wird noch durch die Atmosphäre des Planeten sehr beträchtlich vergrössert, deren Undurchsichtigkeit schon an und für sich um so mehr schaden muss, je näher die Flecken den Rändern des Planeten liegen . . . .«

Die Beobachtungen stellte KAISER in den Jahren 1862 bis 1864 an einem Siebenzöller an. Er bemerkt, dass die Entfernung des Planeten keinen so bedeutenden Einfluss auf die Beobachtungen hat, sondern dass die Güte derselben viel mehr von der Beschaffenheit der Luft abhängt, eine Bemerkung, die auch von SCHIAPARELLI bestätigt wird.

Aus seinen Beobachtungen construirte KAISER eine Karte des Mars; trotz der Uebereinstimmungen, welche im wesentlichen zwischen seinen Zeichnungen und denjenigen von LOCKYER, DAWES und J. SCHMIDT stattfindet, und auf welche er pag. 44 seiner Abhandlung hinweist, sind die Unterschiede dennoch nicht ganz unerheblich; viel grösser aber sind die Uebereinstimmungen zwischen der Karte von KAISER und der viel später angefertigten von SCHIAPARELLI, so dass man die KAISER'sche Karte eigentlich als die erste gelungene Marsaufnahme bezeichnen muss. Insbesondere mag darauf hingewiesen werden, dass der grosse Busen *Nylesyrtis*[3]), dann die drei *Sinus Sabaeus, Margaritifer* und *Aurorae*, sowie die Gegenden *Mare Acidalium* und *Lacus Niliacus* (diese beiden allerdings verbunden), weiter der *Solis Lacus*, der *Ausonius Sinus* und rechts davon das *Mare Sirenum*, *Cimmerium* und *Tyrrhenum*, letztere drei durch die Länder *Ausonia* und *Hesperia* getrennt, bereits der Hauptsache nach richtig wiedergegeben sind. Merkwürdig ist, dass an Stelle des Kanalsystems *Tiphon-Orontes* ein tief dunkler Fleck von derselben Krümmung, aber beträchtlicher Breite vorkommt.

---

[1]) Astronom. Nachrichten, Bd. 49, pag. 74.

[2]) l. c., pag. 24.

[3]) In der Bezeichnungsweise von SCHIAPARELLI.

Zur Bestimmung der Umdrehungszeiten zog KAISER möglichst viele der älteren Beobachtungen heran. Er erhielt durch Vergleichung der Beobachtungen

von BEER u. MÄDLER mit LOCKYER, SECCHI, LASSELL, ROSS u. KAISER $24^h 37^m 22^s{\cdot}531$
HERSCHEL mit KAISER . . . . $22{\cdot}622$
HUYGENS mit BEER und MÄDLER . . . . $22{\cdot}676$[1].

Das Mittel dieser drei Werthe ist $24^h 37^m 22^s{\cdot}61$.

Die Genauigkeit der abgeleiteten Umdrehungszeit ist jedoch noch keineswegs auf $0^s{\cdot}1$ zu verbürgen. KAISER bemerkt, dass ein Fehler von 10^m in der Beobachtungszeit bei der Vergleichung der letzten beiden Serien noch einen Fehler in der Umlaufszeit von $0^s{\cdot}05$ herbeiführt, dass aber die Genauigkeit in der Angabe der Beobachtungszeit, welche einer gegebenen Zeichnung entspricht, keineswegs innerhalb dieser Grenzen liegt, sondern selbst bei sehr guten Beobachtungen noch eine Unsicherheit von einer halben Stunde übrig bleibt[2].

J. SCHMIDT erhält für die Rotationszeit[3] den Werth $24^h 37^m 22^s{\cdot}6$.

Den Untersuchungen von KAISER folgten dann zahlreiche andere, unter denen insbesondere diejenigen von HARKNESS[4] PROKTOR, LOHSE[5], insbesondere aber diejenigen von SCHIAPARELLI hervorzuheben sind.

---

[1]) Nach der Neureduction von VALENTINER; KAISER erhielt irrthümlich $22^s{\cdot}595$; demgemäss ist das Mittel bei KAISER $22^s{\cdot}59$.

[2]) ibid., pag. 61 und 80.

[3]) Astron. Nachrichten Bd. 82, pag. 332.

[4]) Monthly Notices of the R. Astron. Soc. Bd. 40, pag. 13 eine Karte in MERKATOR'scher Projektion.

[5]) Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam III. Bd., pag. 7[illegible] eine ebensolche Karte. In der Bezeichnung der Gegenden schliesst sich LOHSE hierbei an die von PROKTOR gewählte, indem die Namen von hervorragenden Astronomen, die sich um die Marsbeobachtung besonders verdient gemacht hatten, gewählt werden. Auch TERBY hat in seiner Marskarte von 1874 dieses System beibehalten. In einer späteren Arbeit (Publicationen Bd. 8) schliesst sich aber LOHSE den seither von SCHIAPARELLI vorgeschlagenen Bezeichnungen an, und behält nur die früher gewählte Bezeichnung »Kaiser-See« bei.

Zur besseren Orientirung mögen hier die hauptsächlichsten der von SCHIAPARELLI [illegible] geführten Namen, soweit dieselben hervorragende Punkte der Marsoberfläche bilden, oder [illegible] folgenden erwähnt sind, angeführt werden und zur Vergleichung die auf dieselben Gebilde [illegible] beziehenden Namen von PROCTOR beigefügt werden.

Als Nullpunkt der Länge ist der im Aequator gelegene Punkt *Promontorium Aryn* gewählt. Von hier zieht gegen Südwest der *Sinus Sabaeus* (nach PROCTOR: *Herschel-Strasse)* zum weissen Fleck *Hammonis Cornu* (in 325° Länge, — 10° Breite.) Im Aequator, in der Länge [illegible] bis 280° ist der helle Fleck (Landschaft) *Lybia*, gegen Süden vom *Mare Tyrrhenum* (nach PROCTOR: *Hook-See)* bogenförmig umschlossen. Das *Mare Tyrrhenum* endigt östlich in die *Syrtis Major* (nach PROCTOR: *Kaiser-See)* in 290° Länge und + 5° Breite, sendet westlich von der Landschaft *Lybia* die *Syrtis Minor* (nach PROCTOR: *Gruithuisen-Bai)* nach Norden und zieht weiter südwestlich bis zur Landschaft *Eridania* (Länge 220°, Breite — 45°). Durch den hellen Streifen *Hesperia*, welcher von *Eridania* zum Aequator reicht, ist das *Mare Tyrrhenum* vom *Mare Cimmerium* (nach PROCTOR: *Maraldi-See)* getrennt, welches nordöstlich bis [illegible] Länge 240° und Breite — 10° und südwestlich bis zu einem Punkte, dessen Länge 200° [illegible] Breite — 30° ist, reicht. Von demselben gehen in der Länge 220° die beiden dunkeln Striche auf der Marsoberfläche: *Cyclops* nach Norden ab.

Südöstlich vom *Sinus Sabaeus*, mit diesem parallel, sind zwei durch einen dunkeln Streifen getrennte helle Flecke: *Deucalionis Regio* und *Pyrrhae Regio*. Der sie trennende dunkle Streifen endigt im Aequator in 20° Länge im *Margaritifer Sinus* (nach PROCTOR: *Beer [illegible]* Südlich vom *Pyrrhae Regio* ist das *Mare Erythraeum* (nach PROKTOR: *De la Rue-Ocean* [illegible]

Schon aus seinen Beobachtungen 1877 und 1878 hatte SCHIAPARELLI eine genaue Marskarte angefertigt, indem er eine Reihe von Fixpunkten durch

---

Arago-Strasse), an welches sich nordöstlich in der Länge von 50° und Breite — 15° der *Aurorae Sinus* anschliesst. Durch eine dunkle Linie mit diesem verbunden ist in — 5° Breite und 85° Länge der *Tithonius Lacus*; südlich von diesem die Landschaft *Thaumasia* (nach PROCTOR: der südliche Theil *Kepler Land*, der nördliche *Copernicus Land)*, in deren Länge der *Lacus Solis* (nach PROCTOR: *Terby-See)* in 90° Länge und — 25° Breite liegt. Von diesem ziehen gegen Westen die einfache Linie *Nectar* und gegen Süden die ebenfalls einfache Linie *Ambrosia*.

Südlich von *Syrtis major* liegt die Landschaft *Hellas* (nach PROCTOR: *Lockyer-Land)* in 290° Länge und — 40° Breite, nördlich an das *Mare Hadriaticum* (nach PROCTOR: *Dawes-Ocean)* stossend. In *Hellas* ziehen von der Mitte in der Richtung des Parallels nach Westen die einfache Linie *Peneus* und gegen Norden die ebenfalls einfache Linie *Alpheus*. Nordwestlich von *Hellas*, zwischen dem *Mare Hadriaticum* und dem *Mare Tyrrhenum* ist die Landschaft *Ausonia* und südwestlich, von *Hellas* und *Ausonia* durch den von Südost nach Nordwest verlaufenden und an das *Mare Tyrrhenum* stossenden dunklen Streifen *Eurypus* getrennt, ein heller Fleck: *Chersonnes*, der sich im Westen bis zur Landschaft *Eridania* zieht. Südlich von *Eridania* und *Hellas* ist der *Prometheus Sinus*, der südlich an die Landschaft *Thyle II* (220° Länge, — 65° Breite) grenzt.

Südlich vom *Mare Erythraeum* sind die Landschaften *Noachis* (Länge 340°, Breite — 40°) und *Argyre* (Länge 40°, Breite — 50°), welche im Süden an das, den Südpol einschliessende *Mare Australe* grenzen.

Oestlich von *Thaumasia* ziehen die Landschaften *Icaria* (Länge 120°, Breite — 30°) und *Erynnis* (Länge 150°, Breite — 20°); die letztere wird südlich bogenförmig von dem *Mare Sirenum* umgeben, von welchem sich südlich, von *Icaria* durch den dunklen Streifen *Herculis Columnae* getrennt, die Landschaft *Phaëthontis* (Länge 150°, Breite — 45°) findet, welche noch weiter südlich zur Landschaft *Thyle I* (Länge 160°, Breite — 60°) führt.

Von *Phaëthontis Regio* zieht an der Südostgrenze des *Mare Sirenum* ein lichter Streifen, welcher das letztgenannte *Mare* von einem aus zwei dunkeln Streifen bestehenden: *Atlantis* (nach PROCTOR: *Secchi-Continent)* trennt, welcher südlich an die Landschaft *Electris* (Länge 170° Breite — 40°) stösst, welche durch den dunkeln nahe in der Richtung des Meridians in der Länge 200° verlaufenden einfachen Streifen *Scamander* von *Eridania* getrennt ist.

Die nördliche Hemisphäre ist im Gegensatze zur südlichen von einer Reihe von dunkeln, theilweise doppelten Linienzügen durchsetzt. Hier sind zunächst hervorzuheben: der von *Syrtis Major* nach Norden ziehende Bogen *Nilosyrtis* und der von *Margaritifer Sinus* nach Norden ziehende, ihm ganz ähnliche *Indus*.

Vom Nordende von *Nilosyrtis* (Länge 300°, Breite + 40°) zieht nahe im Parallel nach Osten die Doppellinie *Protonilus* zum *Ismenius Lacus* (Länge 330°, Breite + 40°) und von hier die einfache Linie *Deuteronilus* zum nördlichen Ende des *Indus* (Länge 25°, Breite + 35°) an welchen sich der dunkle Fleck *Niliacus Lacus* (Länge 35°, Breite + 35°) anschliesst.

Vom Nordende des *Nilosyrtis* zieht zum *Sinus Sabaeus* die Doppellinie *Physon*, welche in der Länge 330° und Breite + 10° eine von *Syrtis Major* ausgehende verdoppelte Bogenlinie, *Typhonius*, schneidet, von wo in der Richtung des Meridians zum *Ismenius Lacus* die Doppellinie *Euphrates* zieht. Die Fortsetzung von *Typhonius* zum *Promontorium Aryn* ist eine ebenfalls doppelte Linie, *Orontes*.

Von *Nilosyrtis*, *Syrtis Major*, *Sinus Sabaeus* und *Physon* begrenzt, ist die Landschaft *Aëria* zwischen *Physon*, *Euphrates* und *Protonilus* die Landschaft *Arabia*, zwischen *Euphrates* und *Indus* die Landschaft *Eden*.

Zu erwähnen sind hier wegen des folgenden die von *Syrtis Major* zum *Ismenius Lacus* zugehende einfache Linie *Astaboras*; die vom *Ismenius Lacus* zum *Promontorium Aryn* ziehende einfache Linie *Hidekel* und die vom *Promontorium Aryn* parallel mit *Indus* in der Landschaft *Eden* verlaufende Bogenlinie *Gehon*.

Der *Niliacus Lacus* wird mit dem *Aurorae Sinus* verbunden durch die Doppellinie *Jamuna*; zweiter zieht vom *Niliacus Lacus* gegen Südosten die Doppellinie *Nilokeras* zum *Lacus Lunae* (Länge 65°, Breite + 25°) und von diesem zum *Aurorae Sinus* die Doppellinie *Ganges*, in

Messung festlegte[1]). Als Anfangspunkt *(Vertice d'Aryn)* wählte er den von MÄDLER mit *a* bezeichneten Punkt, welcher in Länge ungefähr in der Mitte zwischen dem

welcher sich im Aequator, in der Länge 60° ein besonders dunkler Fleck, der *Fons Juventutis* befindet.

Vom *Lacus Lunae* zieht nach Osten die Doppellinie *Nilus* bis zu einem Punkte, dessen Länge 90° und Breite + 30° ist; von diesem zieht gegen Südosten die Doppellinie *Gigas*, zum östlichen Ende des *Mare Sirenum* und als Fortsetzung des *Nilus*, die in einem flachen Bogen verlaufende einfache Linie: *Phlegethon* zu einem Punkte, dessen Länge 160°, Breite + 35° ist. Von letzterem Punkte verläuft östlich die Doppellinie *Erebus* und südwestlich zur Landschaft *Thaumasia* die Doppellinie *Periphlegethon*, in welcher in der Länge 130°, Breite + 10° (in dem Schnittpunkte mit *Gigas)* der *Nodus Gordii* liegt, durch welchen auch der vom westlichen Endpunkte des *Mare Sirenum* nahe in der Richtung des Meridians nach Norden liegende *Sirenius*, der nur in dem südlichen Theile verdoppelt ist, geht. Zwischen *Gigas* und *Erebus*, mit beiden parallel, ist noch die Doppellinie *Avernus* zu erwähnen, welche sich gegen Nordwesten als einfache Linie *Titan* fortsetzt.

Die Doppellinie *Erebus* endigt im *Trivium Charontis* (nach PROCTOR: *Oudemans See)* in 195° Länge und + 20° Breite, von welchem südwestlich eine Doppellinie, bis zum *Gigas Orcus* genannt, von hier ab als Fortsetzung *Eumenides* nach *Thaumasia* führt.

Vom *Trivium Charontis* gehen noch aus: Nach Nordosten die breite Linie *Styx* (Endpunkt in 220° Länge, + 45° Breite); gegen das östliche Ende des *Mare Cimmerium* die Doppellinie *Cerberus*, zum Westende des *Mare Cimmerium* die einfache Linie *Hades*, welche auch über *Trivium Charontis* nach Norden weiter zieht; und nach Südosten gegen das Ostende des *Mare Sirenum* der *Tartarus*.

Nördlich vom *Niliacus Lacus*, von diesem durch den *Pons Achillis* getrennt, ist das *Acidalium Mare*, von welchem gegen Nordwesten (gegen 0° Länge, + 60° Breite gerichtet) *Callirrhoe* abzweigt, und nach Osten in der Breite + 50° die einfache Linie *Tanais* und (von der Länge 120° an) in der Fortsetzung die Doppellinie *Cocythus* zum *Propontis* (Länge 180°, Breite + 45°) führt. Vom *Tanais* zweigt in der Länge 90° nach Süden der *Ceraunius* ab, der den *Nilus* an seiner Vereinigung mit *Gigas* schneidet.

Zwischen *Indus* und *Jamuna* liegt die Landschaft *Chryse*; östlich vom *Ganges* liegen die Landschaften *Ophir*, bis zu dem den *Lacus Lunae* und *Lacus Tithonius* verbindenden einfachen *Chrysorrhoas* reichend, und von diesem weiter östlich *Tharsis* (nach PROCTOR: *Mädler Continent)*, nördlich davon, von der letzteren durch den *Nilus* getrennt, zwischen *Nilokeras*, *Nilus*, *Ceraunius* und *Tanais* die Landschaft *Tempe* (nach PROCTOR: *Rosse-Land)* und östlich von *Ceraunius* die Landschaft *Arcadia*.

In der Region zwischen *Trivium Charontis* und *Nilosyrtis* sind noch zu erwähnen: *Hephaestos* (in 240° Länge + 20° Breite), von welchem gegen Südwesten zum Westende des *Mare Cimmerium* eine Doppellinie: im östlichen Theile, zwischen *Hephaestos* und *Cyclops*, *Eunostos* und in der westlichen Fortsetzung *Antaeus*, zieht. Oestlich von *Cerberus*, *Trivium Charontis* und *Styx* bis zum *Hephaestos* ist die Landschaft *Elysium* (nach PROCTOR: *Fontana Land)*.

Südlich von der Landschaft *Lybia* zwischen *Hephaestos* und *Syrtis major* ist ein dunkler Fleck, *Lacus Moeris* (in 275° Länge, + 10° Breite), und in dessen unmittelbarster Nähe ein heller, weisser Fleck (in der Karte durch gestrichelte Begrenzung angedeutet): *Nix Atlantica*.

Von der *Propontis* zieht nahe im Parallel nach Osten, zum östlichen Endpunkte des *Styx* der *Boreas* und von diesem in einem kleinen Bogen zu einem Punkte, dessen Länge 265°, Breite + 40° ist, die breite, einfache Linie *Alcyonius* und von dieser, in der Länge 240°, Breite + 50° abzweigend die beiden einfachen Bogen *Heliconius* und *Boreosyrtis* zum nördlichen Ende von *Nilosyrtis*.

Südlich von *Alcyonius* bis zum *Hephaestos* liegt die Landschaft *Aetheria*, von *Elysium* durch die, den östlichen Endpunkt des *Styx* mit dem *Hephaestos* verbindende einfache Linie *Hyblaeus* geschieden, und zwischen *Alcyonius* und *Heliconius* die Landschaft *Utopia*.

Der Nordpol wird vom *Oceanus* umspült.

[1]) »Osservationi astronomiche e fisiche sull' asse di Rotazione e sulla Topografia del pianeta Marte«, Reale Academia dei Lincei 1877—78.

nahe kreisrunden dunkeln, in der Mitte eines grösseren ebenfalls nahe kreisförmigen hellen Fleckes gelegenen *Lacus Solis* und dem ebenfalls nahe kreisförmigen *Hellas* liegt. Bei der Bezeichnung der Gegenden wählte er die auch auf dem Monde üblichen Bezeichnungen (*isola*, *istmo*, *canale*, *penisola*, *promontorio*, *Lacus* u. s. w.) nur als kurze Bezeichnungen, um Gleichartiges durch gleichartige Namen zu benennen, ohne aber damit eine Analogie mit irdischen, durch die Namen bezeichneten Gebilde ausdrücken zu wollen. Diese Bezeichnungen wurden aber später als sehr zweckmässig allgemein beibehalten, wobei allerdings später der Bezeichnung »Kanal« eine diesem Begriffe entsprechende Bedeutung beigelegt wurde.

Bezüglich des Polarfleckes kommt SCHIAPARELLI ebenfalls zu dem Resultate, dass er mit der Jahreszeit veränderlich ist, und daher wahrscheinlich durch Condensation von Dämpfen entstanden sein muss, demnach, da die spektroscopischen Beobachtungen von VOGEL auf dem Mars Wasserdämpfe nachgewiesen hatten, Schneeflecke[1]). Dass Mars auch eine Atmosphäre haben muss, war hierdurch sowohl, wie durch das Aussehen der Flecke ausser Zweifel gestellt; insbesondere im Marswinter, d. h. auf der von der Sonne (und in der Opposition daher auch von der Erde) abgewendeten Hemisphäre erscheint die Begrenzung der einzelnen Flecke in Folge dieser Atmosphäre matt und verwaschen.

Die im Verhältniss zu ihrer Länge schmalen Flecke, welche von den meist flächenhaft ausgebreiteten Flecken ausgingen, und welche SCHIAPARELLI Kanäle nannte, wurden lange Zeit von niemandem sonst gesehen. Erst im Dezember 1879 gelang es TERBY dieselben wahrzunehmen, und im Jahre 1881 wurden sie auch in Greenwich beobachtet[2]).

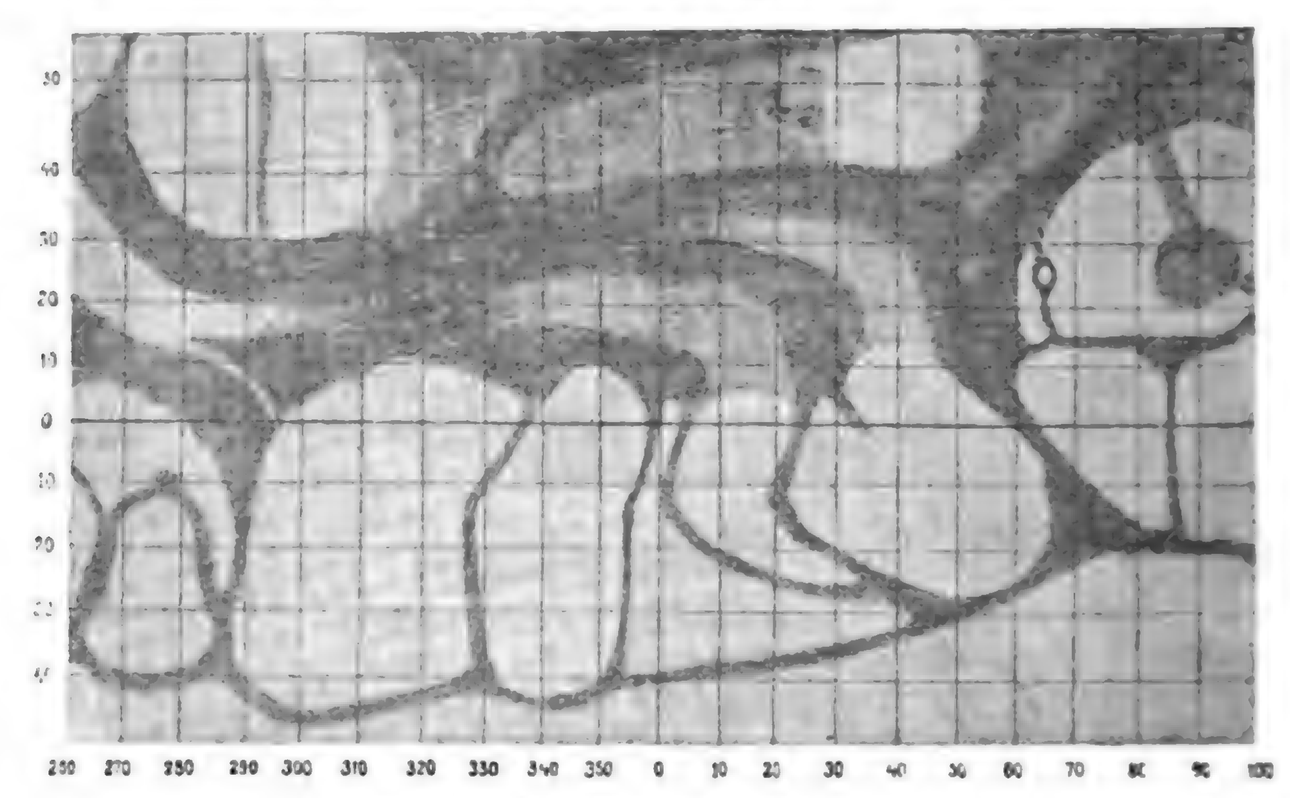
In der Opposition 1881 sah SCHIAPARELLI eine weit grössere Anzahl von Details, namentlich in dem System der erwähnten Kanäle. Zum Vergleiche sind die Landschaften *Aeria*, *Arabia*, *Eden* und *Chryse* nach der älteren und der neueren Karte in Fig. 387 und 388 wiedergegeben. Besonders auffällig ist die Veränderung bei *Gehon*; der nördliche Theil sendet in der älteren Karte einen in der Länge 350° fast genau in der Richtung des Meridians verlaufenden Zug (*Hidekel*), der in der neuen Karte jedoch fehlt. Besonders aber waren auf der südlichen Marshemisphäre eine grössere Anzahl von Details hervorgetreten. In *Hellas* erschien nebst der schon in der ersten Karte verzeichneten, in der Richtung des Meridians verlaufenden dunkeln Linie *Alpheus* noch ein in der Richtung des Parallels gehender Zug, der *Peneus*; ebenso tritt vom *Lacus Solis* ein im Parallel streichender neuer, dunkler Streifen (*Nectaris*) auf; ferner der von *Ausonia* gegen *Hellas* ziehende nahe im Parallel verlaufende *Euripus*.

SCHIAPARELLI kommt aber, gemäss dem Gesammtbilde, wenn die neuen Details nur als neu gesehene, nicht aber neu entstandene aufzufassen sind, zu dem Schlusse, dass sich mit Ausnahme von *Hidekel* und dem *Fons Juventutis*, welche verschwunden waren, eine grosse Constanz der Formen zeigt, dass sich aber geringe Veränderungen, mehr oder weniger gute Sichtbarkeit oder Breite einzelner Kanäle, verschiedene Färbung einzelner Gegenden wohl finden, die aber ihre Ursache in der mehr oder weniger grossen Schiefe der Visur haben, welche die Grundformen nicht verändern können. Zu bemerken wäre jedoch, dass in der ersten Karte der Fundamentalpunkt (10) ganz im Festlande liegt; auf der zweiten ist das Mare zwischen *Margaritifer Sinus* und *Aurorae Sinus* herausgerückt, und

[1]) l. c., pag. 111.

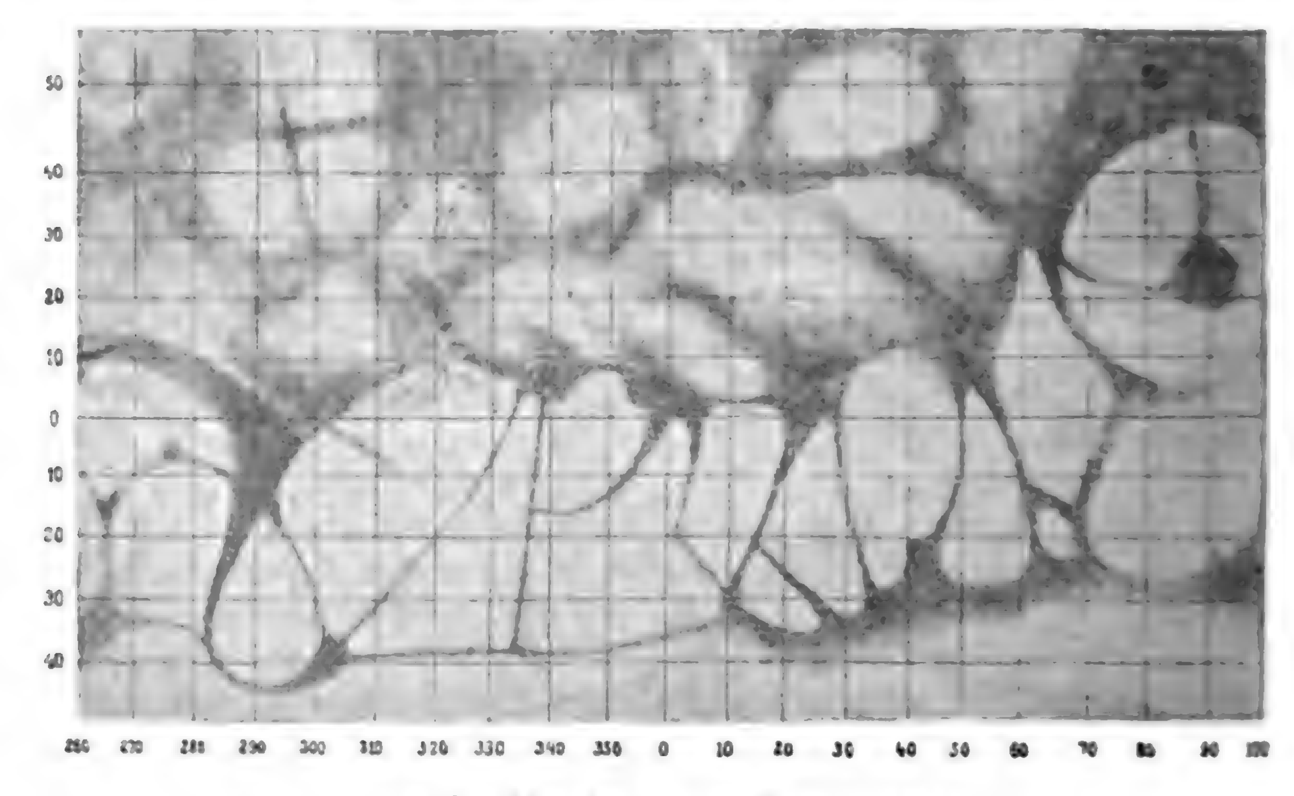
[2]) The Observatory 1882, pag. 143.

die etwas hellere *Regio Pyrrhae*, welche auf der ersten Karte mit dem Festlande *Chryse* zusammenhängt, ganz abgedrängt. Bei Punkt (10) geht auf der ersten



Aus der Marskarte von SCHIAPAPELLI.
(Opposition 1878.)
(A. 387.)

Karte der Ganges westlich vom Fundamentalpunkte durch, auf der zweiten Karte östlich; also gleichsam wie eine Ueberfluthung des *Chryse* von Seiten des *Aurorae Sinus*. Auf pag. 59 des zweiten Memoir wird auf diesen Punkt aufmerk-



Aus der Marskarte von SCHIAPARELLI.
(Opposition 1881.)
(A. 388.)

sam gemacht, der Umstand jedoch einer genaueren Aufnahme der zweiten Karte zugeschrieben.

Merkwürdig ist ein weisser Fleck, nordwestlich vom *Lacus Solis*, den SCHIAPARELLI *Nix Olympia* nennt, und den er folgendermaassen beschreibt: »*Era*

...za, quanta la neve polare, ma estremamente piccola, difficilissima a riconos... Dieser Fleck wurde entdeckt am 10. November 1879, gesehen bis ... November und weiter am 19. und 22. December, also im Ganzen neun Mal; er ist aber weder auf der Karte von 1877 noch auf derjenigen von 1881/2 und wurde auch später nicht wiedergesehen[1]), im Gegensatze zum weissen Flecke *Nix Atlantica* beim *Lacus Moeris*, der in allen drei Karten erscheint.

Eine Veränderung, auf welche SCHIAPARELLI kein besonderes Gewicht legt, wäre noch zu erwähnen. Der *Sirenius* genannte Kanal, welcher das *Mare Sirenum* mit dem *Oceanus* verbindet, erschien wesentlich verbreitert und ebenfalls durch eine helle Linie in zwei Theile getrennt. Diese Erscheinung im Gegensatz zu den Verschmelzungen, welche bei allen anderen Kanälen auftreten, ist wahrscheinlich als eine Verdoppelung des Kanales anzusehen, und derselben Ursache zuzuschreiben, welche in der Opposition 1882 eine ganz ähnliche Erscheinung im *Mare Cimmerium* herbeiführte (s. u.). SCHIAPARELLI bemerkt hierüber.

Nelle communi condizioni atmosferiche si allorgave verso il basso in foggia di tromba, come nell' opposizione precedente: se non che, durante le migliori osservazioni che mi sia stato concesso di farne (che furono il 10 a l'11 novembre) questo allargamento mi parve derivare da una divisione in due rami alquanto divergente, dei quali il più occidentale scendeva giù diritto all' Oceano, mentre l'altro deviava me... ad Oriente, per raccogliere un ramo analogo dell Eosforo. In questo luogo lo spasio era certamente di colore più oscuro, ma non oso decidere, in tanta difficoltà di osservazioni, se quel colore fosse devuto alla confusione ottica e alla vicinanza di più linee scure quasi parallele fra loro, oppere ad una vero diversità di tinta. Questa apparenza fu notata anche il 19 dicembre: ed è certamente degna di essere bene essaminata, perchè qui siamo affato ai limiti della potenza possibile dell' istrumento, dove non è più facile rendersi conti essato di ciò che si è veduto[2]).

Erwähnt muss noch werden, dass in dieser Opposition der südliche Polarfleck gesehen wurde, also die Visirlinie mehr normal gegen die südliche Hemisphäre (*Thaumasia, Hellas, Mare Sirenum*) gerichtet war.

In der Opposition 1882 (*Memoria terza*) waren die atmosphärischen Verhältnisse vorzüglich, so dass fast ausschliesslich die stärkste Vergrösserung von ... angewendet werden konnte. Mars hatte grosse nördliche Deklination und wandte seine nördliche Hälfte der Erde zu, so dass auf dieser ein grosser Reichthum von Details hervortrat. *Hidekel* und *Fons Juventus* wurden wiedergefunden; neben dem *Ceraunius Sinus* und *Alcyonis Sinus* wurden eine Menge neuer ...en gefunden, und gleichzeitig trat die seither so vielbesprochene Verdoppelung der Kanäle (Vergl. die Karte Fig. 389) auf. »*Le vaste estensioni ... Oceano e Golfo Alcionio, che nel 1879 apparivano come sfumature indeterminate, ... sembrava dovessero appartenere alle aree dette mari si risolvettero in viluppi ...issimi di pure linee. Allora si venne pocco a pocco urlando il fatto curioso e impreveduto della geminazione dei cosidetti canali, il quale probabilmente narrà ...re d'assai le opinioni correnti sulla costituzione fisica del pianeta*[4]).

Der erste doppelt gesehene Kanal war *Protonilus*, der am 12. November 1881 ... einfach gesehen worden war, am 19. December 1881 verdoppelt[5]). Der

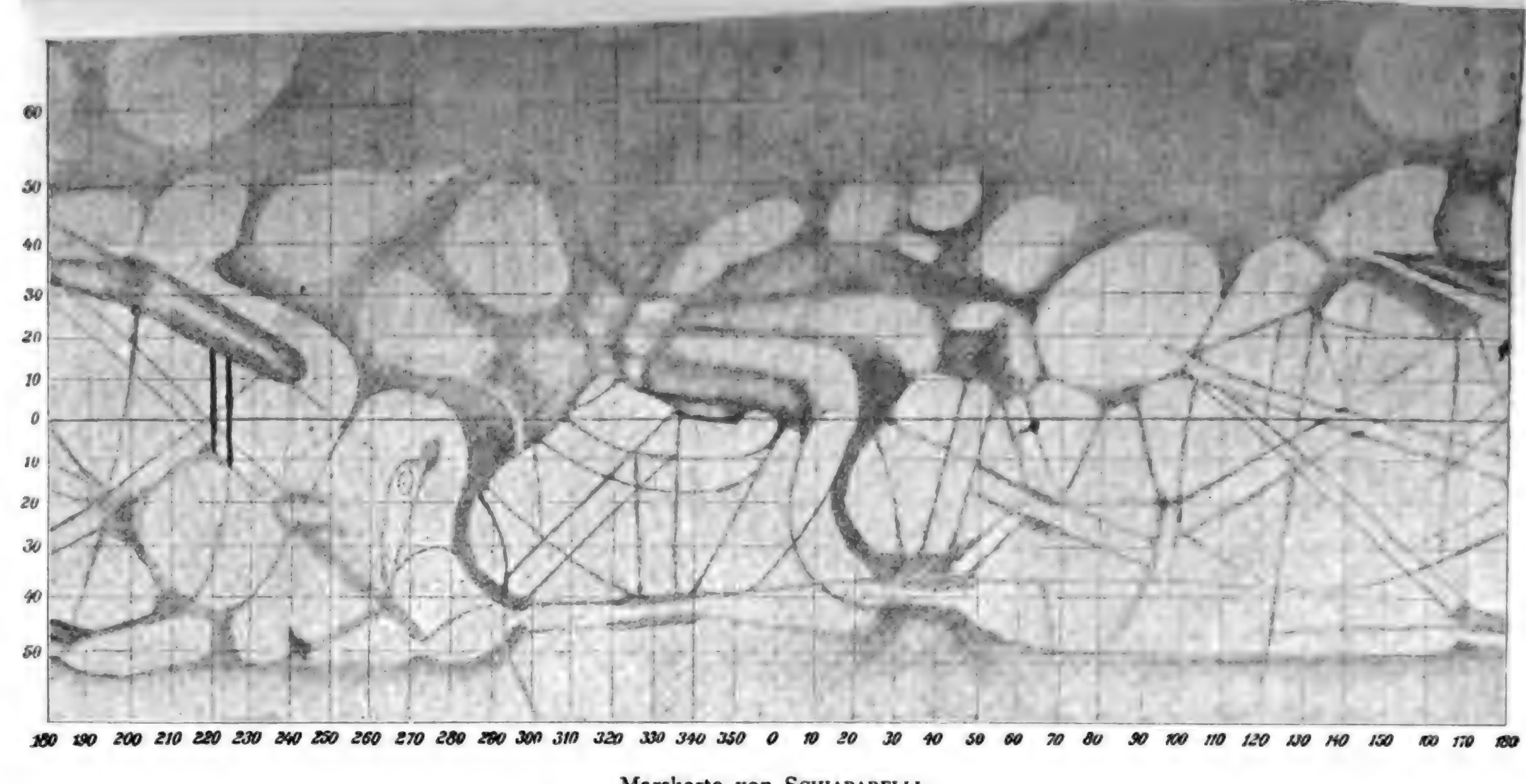
[1]) l. c., zweite Abhandlung, pag. 75.

[2]) Vergl. Memoria terza, pag. 48.

[3]) Memoria seconda, pag. 74.

[4]) Memoria terza, pag. 4.

[5]) Ibid., pag. 89.



Marskarte von SCHIAPARELLI.
(Opposition 1882)
(A. 389.)

letzte noch einfach gesehene Kanal war *Sirenius*, der aber schon in einer früheren Opposition durch eine helle Linie getrennt war (s. o.), der noch am 12. Februar 1882 einfach zu sehen war, am folgenden Tage ebenfalls verdoppelt.

Die Verdoppelungen zeigten eine fast geometrische Regelmässigkeit[1]), nämlich genau parallele Linienzüge; eine sonstige Gesetzmässigkeit der Erscheinung zeigte sich nicht, weder nach der areographischen Breite noch nach der Länge, noch nach der Richtung. Bezüglich der Breite unterscheidet SCHIAPARELLI zwei Arten: 1) Solche, bei denen die Breite des Zwischenraumes viel grösser ist, als ihre sehr geringe Dicke; bei diesen erscheinen die einzelnen Componenten in dunkler Farbe, fast schwarz; und 2) solche, bei denen die Componenten breit sind[2]) ohne dass sich jedoch eine strenge Grenze zwischen den beiden Gruppen ziehen liesse. In die erste Klasse gehören: *Physon, Euphrates, Jamuna, Avernus, Orcus Antaeus*, in die zweite *Ceraunius, Gigas, Eumenides, Eunostes, Hephaestos.*

Im *Mare Cimmerium*, welches SCHIAPARELLI seit 22. November 1881 beobachtet hatte, sah er am 3. Februar mitten im Mare eine Insel[3]). Der Anblick der beigegebenen Karte von SCHIAPARELLI (Fig. 389) zeigt, dass man es hier auch wahrscheinlich mit einer Verdoppelung zu thun hat, da diese Insel als ein Längsstreifen nahe parallel der Richtung des Aequators das ganze Mare durchsetzt.

In der Richtung des Parallels verlaufende Streifen traten auch in dieser Opposition, diesmal auf der südlichen Hemisphäre hervor. In *Electris* traten zwei derartige Streifen auf, der breitere im Parallel, der zweite nahe dem Parallel; ferner ein Streifen in *Argyre* nahe dem Parallel[4])

Die Verdoppelung der Marskanäle wurde wieder lange Zeit nur von SCHIAPARELLI beobachtet. CHRISTIE und MAUNDER widersprachen direkt; die Greenwicher Beobachtungen von 1882 bestätigten die Karte von SCHIAPARELLI von 1879. »*but they seem to be distinctly in opposition to this most recent map*[5]).« Sie hielten die Beobachtungen von SCHIAPARELLI für optische Täuschungen. Im Jahre 1886 aber konnten PERROTIN und THOLLON[6]) die Beobachtungen von SCHIAPARELLI bestätigen. Ihre anfänglichen Beobachtungen vom 6. März bis 15. April lieferten ein negatives Resultat; am 15. April wurden zum ersten Male die Kanäle westlich von *Syrtis major* doppelt gesehen, und von diesem Tage eine Reihe von Kanälen ganz im selben Charakter, wie SCHIAPARELLI sie darstellt: »*Plusieurs de ces canaux sont doubles et composées de lignes rigoureusement parallèles*[7])« und sie schliessen: »*Cette étude, bien qu'incomplète, nous permet de considérer nos observations comme la confirmation des belles découvertes de M. Schiaparelli sur la singulière constitution physique de Mars*[8]).«

PROCTOR hatte noch 1888 diese Kanäle als der Wirklichkeit nicht entsprechend angesehen; auf seiner Karte von 1888[9]) ist auch nichts davon zu sehen; doch finden sich auf derselben eine Reihe von Linien, die in ihrer Art viel Phantasie verrathen: er zeichnet sie, wie die Flüsse auf der Erde: im Ursprunge dünn, an der Mündung viel dicker.

---

[1]) ibid., pag. 92.

[2]) ibid., pag. 91.

[3]) ibid., pag. 53.

[4]) Besonders zu bemerken wären noch die beiden schwarzen Striche *(bastoni neri) Cyclops.*

[5]) The Observatory 1882, pag. 143.

[6]) Bulletin Astronomique Bd. III, pag. 325.

[7]) ibid., pag. 325.

[8]) ibid., pag. 329.

[9]) Monthly Notices of the R. A. S. Bd. 48, pag. 307.

Eine neuerliche Bestätigung brachte die Opposition im Jahre 1888. SCHIAPARELLI sah am 8., 9. und 10. Mai *Erebus, Titan, Avernus, Antaeus, Eunostes, Gigas,* welche er alle 1881 doppelt gesehen hatte, einfach, ebenso *Jamuna* und *Ganges,* aber so, dass sie an den Rändern etwas dunkler waren[1]. Vom 2. Juni angefangen jedoch sah er wieder die meisten verdoppelt; *Typhonius, Orontes* aber einfach. Doppelt sah er ferner die früher einfach gesehenen: *Laestrygon, Nepenthes, Astaboras, Heliconius, Calirrhoë*[2]. Auch PERROTIN sah 1888 einen Theil der Marskanäle von 1886 wieder; einige einfach, einige verdoppelt; im allgemeinen blieb der Charakter derselbe, wenn auch einzelne schwächer, andere dafür stärker auftraten. Von besonderen Veränderungen erwähnt er, dass der Continent *Lybia* verschwunden war, und dass nördlich von demselben in der Breite von + 25° ein Kanal parallel zum Aequator aufgetreten war[3].

In der Opposition 1890 sah SCHIAPARELLI am 16. Mai *Phison, Euphrates, Orontes* einfach, dagegen die nördlich davon gelegene Gegend etwas verändert: der einfache *Euphrates* hatte eine starke, deutlich hervortretende dunkle Verlängerung durch den *Lacus Ismenius*; am 9. Juni 1890 sah SCHIAPARELLI den *Lacus Solis* gespalten; ebenso den *Lacus Tithonius* in zwei Flecke zerlegt (beide durch meridional verlaufende Theilungslinien in einen östlichen und westlichen Theil). In dem Festland *Thaumasia* waren die beiden Kanäle *Ambrosia* und *Nectar* verschwunden und an deren Stelle war eine Reihe anderer getreten, unter denen die merkwürdigsten Verbindungskanäle zwischen dem *Lacus Solis* und *Tithonius* waren.

STANLEY WILLIAMS sah 1890 43 Kanäle, unter diesen aber nur 6 verdoppelt: *Nilokeras, Cerberus, Erebus, Titan, Euphrates* und *Gigas.*

Hierzu mag noch die Bemerkung von SCHIAPARELLI[4] erwähnt werden, dass die Verdoppelung der Kanäle in verhältnissmässig kurzer Zeit und in schnellem Wechsel stattfindet, und endlich, was man leicht durch die Berücksichtigung der Stellung der Marsaxe findet, dass das Auftreten dieser Verdoppelungen von der Lage der Marsaxe gegen die Erde abhängt, indem dieselben am deutlichsten dort auftreten, wo die Visur von der Erde die Marsoberfläche möglichst normal trifft.

Von den Erklärungsversuchen mögen nur drei erwähnt werden: derjenige von FIZEAU[5], welcher die Kanäle für den Moränen der grossen Gletscher ähnliche Gebilde hält; eine aus Andeutungen von SCHIAPARELLI entstandene und ziemlich allgemein verbreitete Meinung, wonach aus der grossen Regelmässigkeit (dem Parallelismus) der Kanäle auf die Möglichkeit geschlossen wird, dass dieselben Kunstprodukte einer vorgeschrittenen Civilisation wären und endlich die Ansicht von CERULLI, der die Marskanäle als Truglinien ansieht, und deren Entstehung auf das Bestreben des Auges zur Construction möglichst einfacher Configurationen zurückführt[6].

---

[1]) Ciel et Terre 1888 August 14.

[2]) Die Zeichnungen von HOLDEN, SCHÄBERLE, KEELER aus der Opposition 1888 zeigen so bedeutende Veränderungen selbst im Laufe weniger Stunden, dass an einen Einfluss der terrestrischen oder Marsatmosphäre gedacht werden muss.

[3]) Comptes rendus vom 14. Mai 1888.

[4]) Himmel und Erde I. Bd., pag. 96.

[5]) Compt. rend. 25. Juni 1888.

[6]) Astronom. Nachrichten, No. 3490.

PICKERING protestirte 1890 gegen den Namen »Kanäle«, äussert aber selbst keine Meinung.

Ein einfacher Versuch führt dazu, dass diese sogen. Marskanäle in der That wahrscheinlich keine Kanäle, sondern Bergzüge, und zwar einfache Bergzüge sind, welche sich durch ein Refractionsphänomen verdoppelt darstellen.

Bringt man in einem vollständig verdunkelten kleinen, mit einem stark brechenden Medium gefüllten Kämmerchen in einer Wand ein Fensterchen an und befestigt an der gegenüberliegenden Wand ein Relief, beleuchtet man dieses Relief von aussen und sieht in das Fenster, also nahe normal zum Relief, so werden kleine Erhebungen, so wie Bergadern, je nach der Albedo verschieden hell erscheinen, und es werden die glänzenden Stellen von dunklen Streifen umrandet, also die Bergadern von dunklen Linien umsäumt erscheinen.

Dieser Versuch ist nicht neu; er ist leicht anzustellen und giebt alle Details, welche bei der Marsbeobachtung im Laufe der Jahre auftreten, im Zeitraum von wenigen Stunden bei der Beobachtung des Augenhintergrundes mit dem Augenspiegel.

Der Anfänger sieht hierbei zunächst — nichts; sodann ein verwaschenes Bild von Flecken und Streifen; allmählich mit wachsender Uebung treten in klaren Augenmedien (normalen Augen) die Details des Augenhintergrundes immer deutlicher hervor: die Sehnervenpapille mit ihrer scharfen Begrenzung und den austretenden Gefässen, den Hauptstämmen der Centralarterie und Centralvene; dann allmählich erst die helleren Arterien und dann auch die dunkleren Venen in der Form von durch scharfe, helle Streifen getrennten, verschieden dunklen Doppellinien. Ein veränderter Anblick bietet sich in zwei [1]) für diese Betrachtungen zu erwähnenden Fälle dar: a) Bei Trübungen der Augenmedien (beginnendem Linsenstaar, Hornhaut- oder Glaskörpertrübungen u. s. w.) werden natürlich die Details verwaschen, undeutlich, theilweise auch unsichtbar. b) Bei allgemeiner Gefässverengerung (z. B. bei Glaucom, bei Stauungspapille u. s. w.) werden die stark verengten Gefässe als einfache Linien gesehen.

Da nun aber die Gefässe, wie der anatomische Befund lehrt, einfach verlaufende Stämme sind, deren Verdoppelung daher nur als eine optische Erscheinung aufgefasst werden kann, so kann man auch für den Mars annehmen, dass der verhältnissmässig parallele Verlauf der sogen. Kanäle nur eine optische Erscheinung ist, nämlich das Auftreten eines glänzenden Kammes auf einfachen Bergadern.

Die für das Zustandekommen dieser Erscheinung nöthigen Bedingungen sind:

1) Nebst guten Instrumenten auch eine hinreichende Uebung, die erst durch wiederholte Beobachtung eines bereits wiederholt gesehenen und ziemlich gut bekannten Objectes erlangt werden kann (Schärfung der Sinne für die Wahrnehmung von Details), wie denn auch z. B. auf der MÄDLER'schen Mondkarte noch die meisten Berge und Wälle kreisförmig sind, wo später immer zahlreichere Unregelmässigkeiten hervortraten.

2) Klare und ungetrübte Medien, die die Lichtstrahlen zu passiren haben.

[1]) Natürlich ausgeschlossen die für diese Erklärung belanglosen localen Veränderungen bei Sehnerven-, Netzhaut- oder Aderhautentzündungen u. s. w.

3) Die nahe senkrechte Incidenz und Reflexion, welche sich in der Ab
hängigkeit des Auftretens der Verdoppelungen von der Stellung der Marsax
gegen den Beobachter manifestirt.

4) Eine genügende Dichte oder Dicke des brechenden Mediums, durc
welches die von den beiden Abhängen reflektirten Lichtstrahlen so abgelenk
werden, dass sie von Punkten zu kommen scheinen, welche von dem Gipfe
weiter entfernt sind, wodurch eben die Abhänge weniger hell erscheinen. (Verg
die Beobachtung von *Jamuna* und *Ganges* im Jahre 1888 als Uebergangsstadiu
zur vollständigen Verdoppelung).

5) Eine gewisse Höhe des Reliefs, welche für eine genügend starke Al
lenkung der von den Abhängen kommenden Strahlen nöthig ist. Nimmt ma
die Grösse des Augapfels zu 24 *mm* und die Dicke der Gefässe, welche noc
deutlich doppelt gesehen werden, zu 50 μ, so würde daraus folgen, dass
dieser Erscheinung eine Erhebung von etwa $\frac{1}{500}$ des Durchmessers nöthig wär
Da der Marsdurchmesser etwa 6500 *km* beträgt, so würde sich daraus eine mutl
maassliche Höhe der Bergzüge gleich $\frac{6500}{500} = 13$ *km* ergeben.

Endlich folgt hieraus, dass der Mars wahrscheinlich von einer ziemlic
dichten Atmosphäre umhüllt ist.

Man wird unschwer in dem oben erwähnten Auftreten von dunklen Linie
parallel zum Aequator, in der Erscheinung, welche der *Lacus Solis* und *La*
Tithonius und deren Umgebung im Jahre 1890 darboten, eine Folge der durc
die geänderte Stellung der Marsaxe bedingten Beleuchtungsänderungen erkenne
Unter der hier gegebenen Annahme erscheint auch vielleicht *Deucalio*
Regio, nebst deren Verlängerung: dem weissen Streifen zwischen *Gehon* u
Indus als ein glänzender Kamm; ebenso die Festländer *Atlantis* und *Hespe*
u. a., welche übrigens bereits in der ersten Opposition 1877 von Schiaparel
in dieser Form gesehen worden waren.

Hier muss auch einer Veränderung gedacht werden, welche Schiapare
1894 am *Mare Sirenum* bemerkte. Nachdem dasselbe zwischen 1892 bis Ok
ber 1894 stets den normalen Anblick dargeboten hatte, zeigte es sich
8. October 1892 durch eine Linie getrennt, die auch wieder am 21. Novem
1894 sichtbar war. »*Questo fatto et altri analoghi da me veduti nelle passate*
posizioni conducono a concludere, che le variazioni anormali delle macchie di M
non succedono a caso e senza regola, che anzi la medesima variazione puo r
dersi con aspetto identico auche doponu lungo intervallo di tempo[1]).

Die Deutung der übrigen auf dem Mars constatirten Oberflächenverschied
heiten hängt nun wesentlich von dem bereits erkannten Vorhandensein ei
Atmosphäre ab. Obwohl es nicht ausgeschlossen ist, dass auch feste Kö
zur Bildung einer ausgedehnten und ziemlich dichten Atmosphäre Veranlass
geben können, so bleibt es wahrscheinlicher, dass eine solche durch flüs
Körper erzeugt wird. Da nun auch spectroskopisch Wasserdämpfe n
gewiesen sind, so wird man die Verschiedenheit der Helligkeit in verschiede
Marsgegenden in der That auf Festland und Meere zurückführen können,
durch die als Mare bezeichneten Gebiete wahrscheinlich wirklich mit irdisc
Meeren vergleichbar sind.

Auch die erwähnten Veränderungen des Mars, namentlich der so verän
liche Anblick, welchen verschiedene Darstellungen des Mars im Verlaufe wen
Stunden zeigen (wie dies von den erwähnten Zeichnungen von Holden, Schia

[1]) Astron. Nachr. Bd. 137, pag. 100.

u. s. w. gilt), mögen ihren Grund in zeitweise durch die Marsatmosphäre bedingten Veränderungen ihren Grund haben. Doch sind wirkliche Veränderungen keineswegs auszuschliessen, im Gegentheil auch schon mit grosser Wahrscheinlichkeit constatirt worden. Eine der auffälligsten war das Verschwinden des Südpolarfleckes Ende October 1894 und das Wiedererscheinen desselben im Juni 1895[1]).

Vermuthungen über Marstrabanten hatte bereits KEPLER im Anschlusse an die von GALILEI mit dem Fernrohre gemachte Entdeckung der Jupitersatelliten geäussert. Diese Vermuthungen kehrten später immer wieder, oft auch in Form von ganz bestimmten Behauptungen; dahin gehören z. B. die Angaben in »Gullivers Reisen« 1755[2]). Es erscheint vielleicht für einen Augenblick merkwürdig, dass dort die Entfernungen derselben vom Hauptplaneten 3 bezw. 5 Marsdurchmesser angegeben sind, während eine blosse Vermuthung nach Analogie mit dem Erdmonde oder wenigstens mit den Jupitermonden auf weit grössere Bahnhalbmesser hätte führen müssen. Theilweise giebt jedoch die Anwendung der KEPLER'schen Gesetze hierüber Aufschluss. Mit Rücksicht auf die Geringfügigkeit der Marsmasse müssten Marsmonde in einer Entfernung von 5·7′ bereits 16 Tage Umlaufszeit haben, in der Entfernung von 30′·8 schon 200 Tage[3]). In der Opposition 1865 suchte d'ARREST mit dem 10½zöller der Kopenhagener Sternwarte in der Umgebung des Mars und fand keinen Trabanten, obgleich ihm nach seiner Meinung Objecte bis zu 12. Grösse nicht entgangen sein konnten[4]). Mit dem CLARK'schen Refractor von 66 *cm* Oeffnung entdeckte HALL in der Herbstopposition am 19. August 1877[5]) zwei Marsmonde, für welche HALL nach dem Vorschlage von MADAN die Namen Phobos und Deimos wählte. Die ersten Elemente wurden von NEWCOMB gerechnet; er fand die Umlaufszeit für Phobos $7^h\,38^m\,5$, für Deimos $30^h\,14^m$; HALL berechnete aus seinen Beobachtungen die Umlaufszeiten 0·31894 bezw. 1·26250 Tage, d. i. $7^h\,39^m{\cdot}3$ bezw. $30^h\,18^m\,0$.

Die Entfernungen sind nach den Rechnungen von PRITCHETT für Phobos 12″·77 und für Deimos 32″·91.

Störungen wurden berechnet von MARTH[6]) und von ADAMS[7]).

PICKERING schloss aus der Grösse der Satelliten auf den Durchmesser von etwa 10 *km*.

Bemerkenswerth ist, dass der innere Satellit für einen Beobachter auf dem Mars im Westen aufgeht und im Osten untergeht; denn da die stündliche Bewegung des Mars nur 14°·62 beträgt, so bleibt derselbe stündlich 32°·44 zurück, der zweite eilt 2°·74 vor; folglich ist die synodische Umlaufszeit des inneren Trabanten in der Richtung Ost-West 11·1 Stunden; er kann also unter Umständen zweimal des Tages aufgehen. Die synodische Umlaufszeit des zweiten ist 131·4 Stunden oder 5⅓ Marstage.

---

[1]) Astron. Nachr. No. 3374.

[2]) Vergl. die Bemerkung von v. OPPOLZER in den Astron. Nachr. Bd. 91, pag. 303.

[3]) Vergl. d'ARREST in den Astron. Nachr. Bd. 64, pag. 74.

[4]) Später wurden dieselben allerdings auch mit kleineren Instrumenten gesehen, so von ERCK in Sherington am 8. September 1877 mit einem Fernrohr von 17·8 *cm* Oeffnung.

[5]) Compt. rend. Bd. 85, pag. 437; Astron. Nachr. Bd. 90, pag. 190; Monthly Notices Bd. 37, pag. 443.

[6]) Astron. Nachr. Bd. 95, pag. 369.

[7]) Monthly Notices Bd. 40, pag. 10.

Jupiter.

Jupiter ist der grösste der Planeten, und nächst Venus der hellste. Das derselbe eine merkliche Abplattung besitzt, wurde schon frühzeitig beobachtet. Dom. Cassini bestimmte sie zu $\frac{1}{15}$, Schmidt $\frac{1}{15·6}$. Etwas abweichend ist der Werth von Kaiser $\left(\frac{1}{17·11}\right)$; Secchi erhielt $\frac{1}{16·01}$. Die Werthe des Aequatoreal-halbmessers (reducirt auf die Entfernung 1) schwanken zwischen 18″·8 und 19″·4, diejenigen des Polardurchmessers zwischen 17″·6 und 18″·2. Schur erhielt 189 für $a = 37''·428$, $b = 35''·020$, die Abplattung $\frac{1}{15·54}$ [1]). In den »Astron. Nachr.« Bd. 141, pag. 234 giebt Schur die folgende Zusammenstellung [2])

	a	b	Abplattung
Bessel 1833/34 (Königsberger Beobachtungen Bd. XIX, pag. 102)	37″·66	35″·24	1:15·6
Johnson 1850/1 (Radcliffe Observatory 1850, pag. 293)	37·31	35·11	1:16·9
Winnecke 1857 (Bonner Heliometer)	37·39	35·20	1:17·1
Main 1869, 1874 (Radcliffe Observatory 1869, pag. 317; 1874, pag. 240)	37·14	34·94	1:16·9
Bellamy 1874/5 (Radcliffe Observatory 1874, pag. 240)	37·19	35·02	1:17·1
Schur 1891—1896	37·42	35·10	1:16·2
welchen Messungen noch die Resultate Kaisers aus den Jahren 1856—62 hinzuzufügen sind, nämlich	37·67	35·49	1:17·1

und zieht daraus das Mittel $a = 37''·40$; $b = 35·16$; Abplattung gleich $\frac{1}{16·}$

Schröter und Harding haben mehrere Male eine unregelmässige Abplattung des Jupiter, d. h. eine Abweichung von der elliptischen Gestalt zu sehen geglaubt. Dasselbe beobachtete Struve am 7. März 1876; allein er fand dies durch mikrometrische Messungen nicht bestätigt [3]). Besondere Untersuchungen stellte hierüber Schur 1891 an [4]); er maass den Durchmesser in acht verschiedenen Positionswinkeln; es zeigten sich wohl Abweichungen in den Messungen, die eine Gesetzmässigkeit verriethen; doch deuteten dieselben auf eine Abhängigkeit von der Auffassung des Beobachters je nach der Lage des Aequators gegen die Horizontale, nicht aber eine Abweichung von der Elliptictät.

Die älteste Massenbestimmung rührt von Newton her; er fand aus den Trabantenabständen $\frac{1}{1100}$; Laplace fand für die Masse $\frac{1}{1067·09}$; Gauss erhielt aus den Störungen der Pallas, Nicolai aus denen der Juno $\frac{1}{1053·924}$ [5]); Encke aus den Störungen des seinen Namen tragenden Kometen $\frac{1}{1054·4}$ und aus einer späteren Berechnung $\frac{1}{1048·69}$ [6]). Airy erhielt aus den Beobachtungen der Elongationen der vier Satelliten in Greenwich $\frac{1}{1045·4}$. Bessel leitete den Werth $\frac{1}{1047·788}$ ab, von welchem der von Möller aus den Störungen des Faye'schen Kometen $\frac{1}{1047·879}$ nicht sehr verschieden ist. Etwas grössere Werthe erhielt Krueger aus den Störungen der Themis: $\frac{1}{1047·538}$ [7]) und Schur aus den Me-

[1]) Astron. Nachr. Bd. 129, No. 3073.

[2]) Der Mädler'sche Werth $\frac{1}{20·03}$ (»Beiträge zur physischen Kenntniss der Himmelskörper« pag. 105,6) ist entschieden zu klein.

[3]) Astron. Nachr. Bd. 5, pag. 16.

[4]) Astron. Nachr. Bd. 129, pag. 14.

[5]) Berliner Astron. Jahrb. für 1826, pag. 226.

[6]) Astron. Nachr. Bd. 9, pag. 339, und Bd. 14, pag. 332.

[7]) Astron. Nachr. Bd. 81, pag. 334.

sungen der Trabantenabstände $\frac{1}{1047\cdot232}$ [1]). HILL erhielt aus den Störungen des Saturn $\frac{1}{1047\cdot381}$, NEWCOMB aus den Störungen des Planeten Polyhymnia $\frac{1}{1047\cdot34}$. KEMPF aus den Messungen der Satellitenabstände von AIRY und VOGEL $\frac{1}{1047\cdot610}$. Insbesondere die zuletzt erhaltenen Werthe deuten entschieden auf die Nothwendigkeit einer Vergrösserung der bisher verwendeten BESSEL'schen Jupitermasse. Zieht man das Mittel, so erhält man $\frac{1}{1047\cdot609}$. Der von NEWCOMB gezogene Mittelwerth $\frac{1}{1047\cdot85}$ scheint wohl zu gross, wie auch die von v. HAERDTL abgeleitete Jupitermasse $\frac{1}{1047\cdot17}$ von den übrigen zu weit abweicht.

Die Dichte des Planeten ist sehr gering, ist aber jedenfalls an der Oberfläche noch geringer, da die Dichte nach dem Innern zu zunimmt. (Vergl. den Artikel »Mechanik des Himmels«, II. Bd., pag. 551).

DOM. CASSINI sah 1665 einen Fleck, der bis 1692 sichtbar blieb, und aus dem er die Rotationszeit gleich $9^h\,55^m\,58^s$ ableitete. SCHRÖTER erhielt anfänglich (1785/86) merkwürdiger Weise eine viel kürzere Umlaufszeit ($6^h\,57^m$), später aber nahe denselben Werth wie CASSINI, nämlich $9^h\,56^m\,33^s$. BEER und MÄDLER erhielten aus zwei gut begrenzten Flecken aus Beobachtungen in der Zeit zwischen 4. November 1834 bis 22. Januar 1835: $9^h\,55^m\,30^s\!\cdot\!08$, aus der Zwischenzeit zwischen 9. Februar 1835 und 19. April 1835 den kleineren Werth $9^h\,55^m\,26^s\!\cdot\!53$, was nur durch eine Bewegung der Flecke auf der Planetenoberfläche erklärt werden kann[2]). Auf den Umstand der verschiedenen Rotation verschiedener Flecke machte aber in überzeugender Weise erst J. SCHMIDT 1865 aufmerksam, indem er dabei auch auf die Verschiedenheit der Rotationszeit in verschiedenen Breiten Rücksicht nahm[3]). Er war allerdings nicht der erste, der diese Thatsache erkannte, denn SCHRÖTER weist in seinen »Beiträgen zu den neuesten astronomischen Entdeckungen, Berlin 1788« schon darauf hin, dass CASSINI für verschiedene Breiten verschiedene Rotationszeiten erhielt. Allein erst SCHMIDT[4]) und nach ihm OUDEMANS[5]) hatten sich mit der Frage in systematischer Weise beschäftigt.

Die verschiedene Rotationszeit ist natürlich nur erklärlich dadurch, dass die Flecke gegeneinander den Ort wechseln[6]), was wieder nur möglich ist, wenn die Flecke oder wenigstens ein Theil derselben als wolkenartige Gebilde in einer den Planeten einhüllenden Atmosphäre angenommen werden. Die Geschwindigkeit der Flecke ist gemäss der Rotationsdauer zwischen 13·05 und 13·17 *km*; der Unterschied beträgt daher 120 *m* in der Secunde, und zwar im Aequator beschleunigt. SCHRÖTER erklärte diese Beschleunigung durch Passatwinde in den oberen Regionen.

---

[1]) Astron. Nachr. Bd. 104, pag. 83.

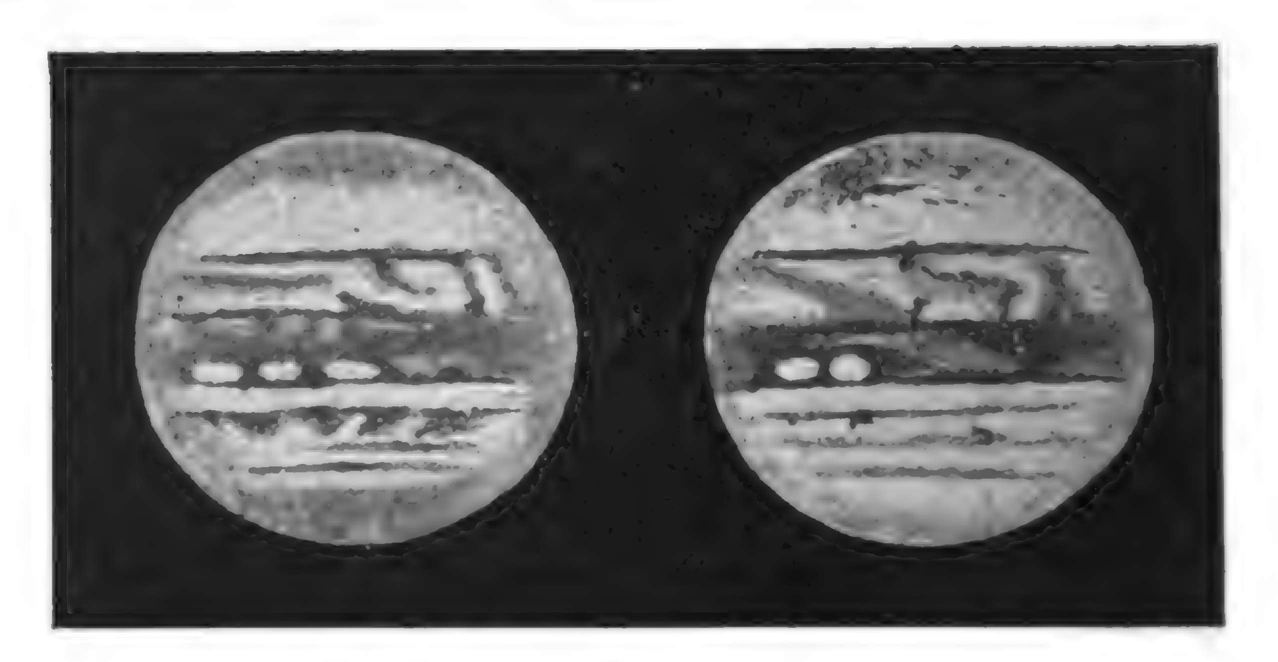
[2]) Astron Nachr. Bd. 12, pag. 265.

[3]) Astron. Nachr. Bd. 65, pag. 81.

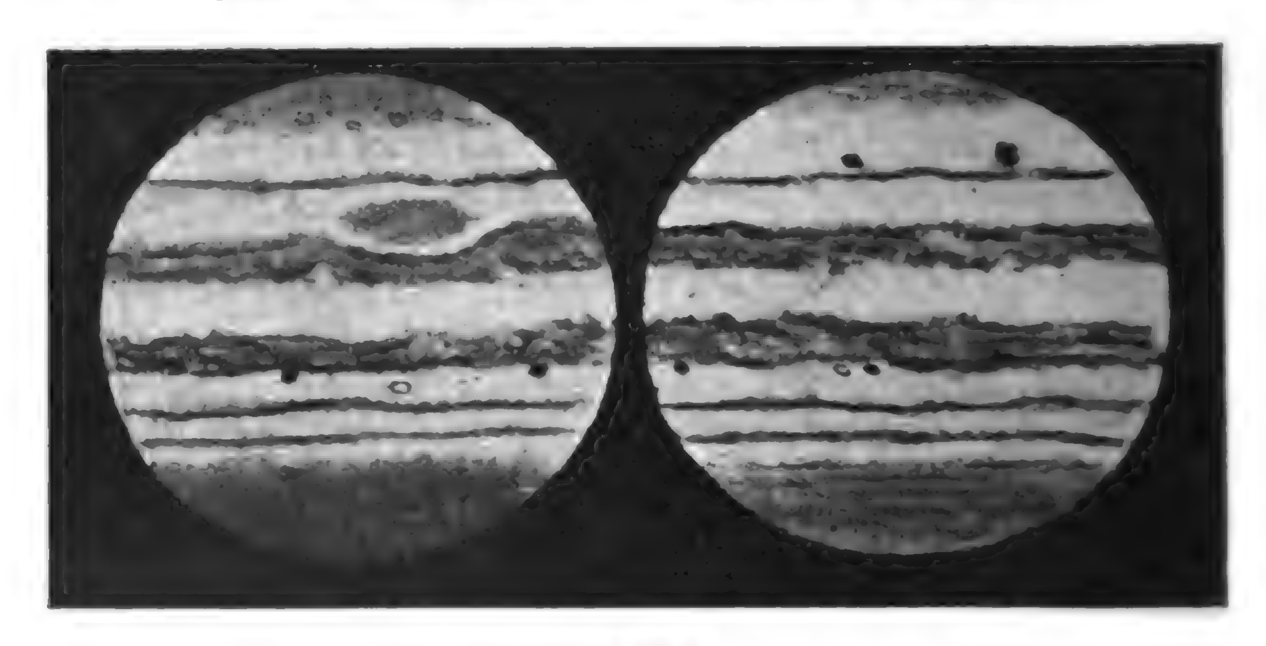
[4]) Vergl. die Untersuchungen von SCHMIDT in den Astron. Nachr. Bd. 65, pag. 85, Bd. 68, pag. 289, Bd. 83, pag. 71, und insbesondere Bd. 99, pag. 1.

[5]) Astron. Nachr. Bd. 143, No. 3401.

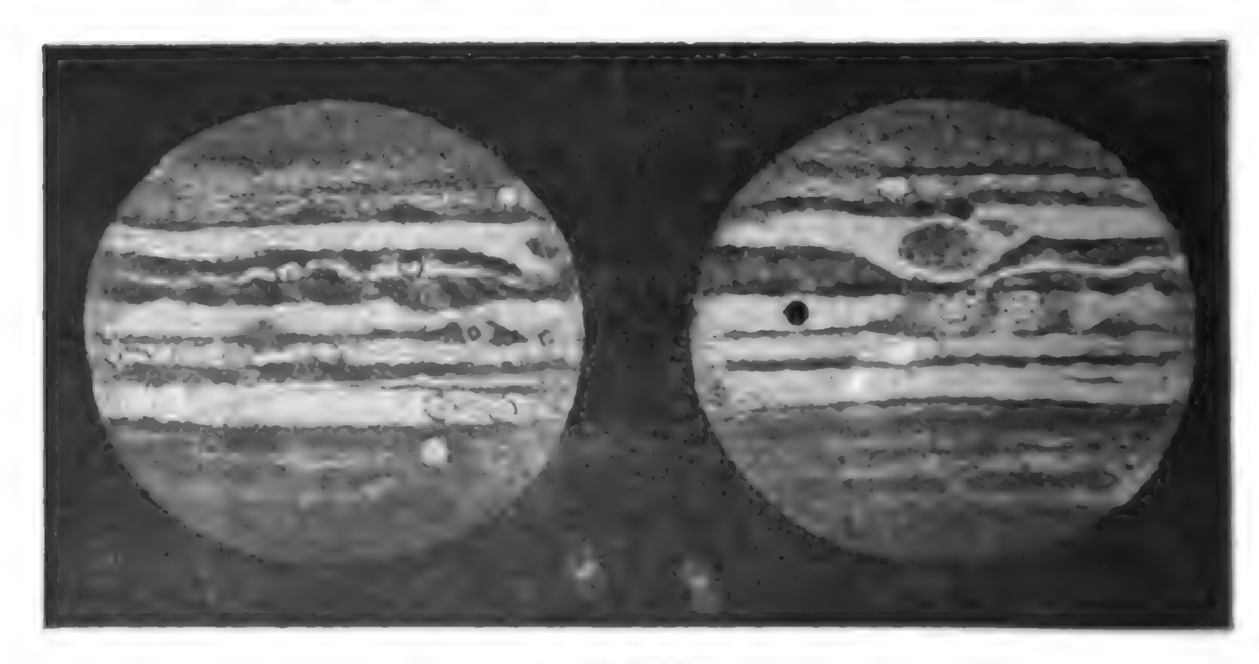
[6]) Die Fig. 390—392 geben Beobachtungen des Jupiter zu verschiedenen Zeiten; die Fig. 390 Beobachtungen von LOHSE in Bothkamp 1871 December 21, $10^h\,42^m$ und December 24 $18^h\,16^m$ nach »Beobachtungen der Sternwarte zu Bothkamp«, II. Heft; Fig. 391 Beobachtungen von HOUGH im Dearborne Observatory 1895 März 19 und 1896 Februar 15 (der schwarze Fleck oben ist der dritte Satellit) nach »Astron. Nachr. Bd. 140, pag. 273, Fig. 392 Beobachtungen von FAUTH 1896 Februar 7 und 17 (mit dem Schatten des ersten Trabanten) nach »Astron. Nachr.« Bd. 140, pag. 167.



(A. 390.)
Beobachtungen von LOHSE in Bothkamp.
1871 Dec. 21, $10^h 42^m$ 1871 Dec. 24, $18^h 16^m$.



(A. 391.)
Beobachtungen von HOUGH in Dearborne Observatory.
1895 März 19 1895 Februar 15.



(A. 392.)
Beobachtungen von FAUTH.
1895 Februar 7 1895 Februar 17.

Für das Vorhandensein einer Atmosphäre spricht auch der mitunter beobachtete Farbenwechsel der Flecke. Schon 1787 sah SCHRÖTER, später 1788/9 GRUITHUISEN das Auftreten von auffallend rothen Flecken. 1870 und 1871 sahen BROWNING und LOHSE[1]) die Aequatorealstreifen besonders in einem rothen Lichte. LOHSE erklärt dieses dadurch, dass sich in der Jupiteratmosphäre Wasserdampf vorfindet, und sieht eine Bestätigung dieser Ansicht in dem Umstande, dass bei starker Condensation und dadurch bedingter Vermehrung der Wolken die röthliche Farbe abnimmt.

Ein auffallend rother Fleck wurde 1878 September 25 von TROUVELOT und derselbe 1879 Juni 5 von LOHSE und 1879 September 8 von BREDICHIN auf der südlichen Halbkugel des Jupiter beobachtet[2]).

Zu bemerken ist noch das Auftreten von weissen Flecken. DAWES sah solche im Frühjahr 1849 und LASSELL im März 1850; 1857 September 16 bis November 18 sah DAWES eine grössere Anzahl derselben (bis zu sechs) in der Aequatorealzone und zwar meist in der Nähe des südlichen Aequatorealstreifens. 1880 September 18 wurde wieder, ebenfalls in der Nähe des Aequators, zuerst von DENNING ein auffallend weisser Fleck beobachtet.

Trotz der grossen Veränderlichkeit des Anblickes, welchen der Planet uns bietet, zeigt sich doch auch eine gewisse Constanz der Formen, welche sich in erster Linie in der Aequatorealzone oder am sogen. Aequatorealstreifen ausspricht. Ueber diese äussert sich LOHSE[3]) folgendermaassen: »Im Verlaufe elfjähriger unausgesetzter Beobachtungen des Jupiter hat sich mir die Aequatorealgegend des Planeten stets als eine dem Auge besonders markante Zone dargestellt, die sich nahe gleich breit von der Aequatoreallinie nach Nord und Süd erstreckt. Die nördliche und südliche Grenzlinie dieser Zone zeichnet sich zumeist durch eine intensivere Färbung aus, während weiter nach der Mitte hin Wolkenzüge beobachtet wurden, die den röthlichen Ton, welcher der Zone eigen ist, partiell verdecken. Andere Beobachter haben diese Verhältnisse so aufgefasst, dass sie zwei isolirte — einen nördlichen und einen südlichen — äquatorealen Streifen annehmen, denen, wie den übrigen Streifen des Planeten, nur vorübergehende Existenz zuerkannt wurde. Diese Auffassung habe ich nie getheilt, da mir in den angewendeten, grösstentheils mächtigen Instrumenten der Aequatorealgürtel als eine einheitliche Erscheinung von beträchtlicher Stabilität erschienen ist, wie denn auch die Photographie des Planeten diese Auffassung bestätigte, indem die chemische Wirksamkeit des von der Aequatorealzone ausgesendeten Lichtes stets wesentlich von derjenigen der anderen Theile des Planeten deutlich unterschieden ist«.

Es ist aber bisher noch nicht gelungen, die constanten und variablen Elemente, welche die Oberfläche des Jupiter darbietet, vollständig auseinander zu halten. A. C RANYARD hat auf die Möglichkeit eines Zusammenhanges der Veränderlichkeit der Jupiterflecke mit der Sonnenfleckenperiode hingewiesen[4]), und auch LOHSE[5]) hält die Möglichkeit, dass die Veränderungen in der Jupiteratmosphäre periodisch stattfinden würden, nicht für ausgeschlossen.

---

[1]) Bothkamper Beobachtungen, II. Heft, pag. 90.

[2]) Astron. Nachr. Bd. 95, pag. 383, und Bd. 96, pag. 17.

[3]) Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, III. Bd. 1. Stück, pag. 1.

[4]) Monthly Notices, Bd. 31, pag. 34 und 224.

[5]) l. c. pag. 91.

Die Bestimmung der Lage der Jupiteraxe geschieht natürlich aus den beobachteten Bewegungen der Flecken selbst (vergl. den Artikel »Mechanik des Himmels«, II. Bd., pag. 460), wobei die Flecken die Stelle rund um den Jupiter in der Entfernung gleich seinem Halbmesser umkreisender Körper einnehmen. Die Genauigkeit der Bestimmung scheitert wesentlich an der Inconstanz und dem Ortswechsel der Flecke; doch folgt aus den Beobachtungen, dass die Neigung des Jupiteräquators gegen seine Bahn nur sehr klein (etwa 3°) ist. Eine Veränderlichkeit der Jahreszeiten, wie auf der Erde, ist daher bei Jupiter nicht vorhanden.

Die bereits von Galilei entdeckten vier Jupitersatelliten waren schon im Anfange des Jahrhunderts Gegenstand ausgedehnter theoretischer Untersuchungen. Ueber die aus der Commensurabilität der mittleren Bewegungen derselben folgenden Eigenthümlichkeiten der drei mittleren wurde ausführlich in der »Mechanik des Himmels« gesprochen, und braucht daher hier nicht weiter darauf eingegangen zu werden.

Am 9. September 1892 wurde von Barnard am Mount Hamilton ein fünfter Satellit als ein Stern 13. Grösse entdeckt[1]), dessen Umlaufszeit $11^h\ 49^m{\cdot}6$ ist, so dass gemäss der allgemein üblichen Reihenfolge, welche die Nummerirung gemäss den Entfernungen und nicht nach der Zeit der Entdeckung festsetzt (wie dieses am deutlichsten bei den Saturntrabanten hervortritt), dieser Satellit als der erste, und der äusserste daher als der fünfte zu bezeichnen ist, wie dies auch in dem Artikel »Mechanik des Himmels« schon durchgeführt ist.

Der hellste von den fünf Satelliten ist der vierte; in den günstigen Oppositionen wird er von 5·6 Grösse und tritt nur wegen seiner grossen Nähe zu Jupiter nicht wie ein anderer Stern derselben Grössenklasse hervor.

Die scheinbaren Durchmesser der Satelliten wurden schon von Maraldi 1734 aus der Zeit des Eintrittes in die Jupiterscheibe zu bestimmen versucht. Dieselbe Methode verfolgten Schröter und Harding: sie erhielten für die vier äusseren Satelliten die Werthe:

	1″·06	0″·87	1″·54	1″·07
Struve erhielt[2])	1·02	0·91	1·49	1·28
Bessel[3]) . .	1·03	0·93	1·38	1·22

mit Rücksicht auf die Kleinheit der zu bestimmenden Werthe in sehr guter Uebereinstimmung.

Trotz der relativen Kleinheit der Satelliten gelang es, auf denselben Flecken zu constatiren. Die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins derselben ist ausser Zweifel gestellt durch die Veränderlichkeit der Lichtstärke derselben. Auwers und Engelmann haben besonders beim äussersten Satelliten eine Regelmässigkeit im Wechsel der Lichtintensität bemerkt, welche auf eine Rotation des Trabanten hindeutet, so dass die Rotationszeit wahrscheinlich mit der Umlaufszeit identisch ist. Barnard und Burnham sahen den zweiten Jupitersatelliten am 8. September 1890 deutlich doppelt, und zwar die beiden Componenten senkrecht zur Richtung der Jupiterstreifen; der Schatten war dabei vollständig kreisrund[4]). Hierfür sind nun zwei Erklärungen möglich; entweder der Satellit ist in Wirklichkeit doppelt, welche Annahme aber mit dem Gesammtbilde nicht ver-

[1]) Astron. Nachr. Bd. 130, pag. 375, Bd. 131, pag. 73.

[2]) Astron. Nachr. Bd. 5, pag. 16.

[3]) Königsberger Beobachtungen Bd. 35, pag. 276.

[4]) Astron. Nachr. Bd. 124, pag. 318.

einbar ist[1]), oder aber, die anscheinende Duplicität entsteht durch einen weissen Streifen, der parallel zur Richtung der Jupiterstreifen über den Satelliten zieht.

Die Schwierigkeit, mit welchen Details auf den Nebenplaneten, trotz der relativ grossen Instrumente unserer Zeit, wahrgenommen werden, lässt die mannigfachen Beobachtungen SCHRÖTER's, welcher am 24. August und dann nochmals am 13. und 14. October 1796 einen schwarzen Fleck von 0″·6 Durchmesser am vierten Satelliten, und am 9. November 1796 einen noch dunkleren Fleck von 0″·75 auf dem fünften Satelliten gesehen hatte, dennoch etwas zweifelhaft erscheinen. Von demselben Gesichtspunkte bleibt auch seine Aeusserung zu beurtheilen[2]): »Mit Vergnügen kann ich vorläufig versichern, dass wir (SCHRÖTER und HARDING) nun in jedem der vier Jupitertrabanten, selbst in den beiden kleinsten, im ersten und zweiten, mit völliger Gewissheit dunkle Flecke und zwar wiederholt, wahrgenommen haben. Ungeachtet sie vornehmlich von atmosphärischer Beschaffenheit und vergänglich, einem zufälligen Wechsel unterworfen sind, so geben sie mir mit völliger Ueberzeugung das längst vermuthete Resultat, dass alle diese Trabanten ohne Ausnahme während eines synodischen Umlaufes einmal um ihre Axe rotiren.«

Die Neigung der Bahnebene der Satelliten ist gegen die Jupiterebene nur sehr gering; daher kommt es, dass die Satelliten bei jedem Umlaufe vor dem Jupiter gesehen werden, und auch bei jedem Umlaufe hinter dem Jupiter in dessen Schatten verschwinden (Trabantenverfinsterungen). Wegen der bedeutenden Nähe der Satelliten zum Hauptplaneten reicht übrigens der Schattenkegel bis an die Oberfläche des Jupiter, so dass man bei jedem Umlaufe einmal den Schatten des Satelliten auf der Jupiterscheibe als schwarzen Fleck sieht.

Die Satelliten erscheinen bei ihrem Vorübergange auf der Jupiterscheibe anfangs hell auf dunklem Grunde (an dem Rande der Jupiterscheibe); ihre relative Helligkeit gegen den Hintergrund nimmt dann ab, und in der Mitte der Jupiterscheibe erscheinen sie als kleine, dunkle Scheibchen. Die Ursache liegt darin, dass die Albedo des Jupiter bedeutend grösser ist, als diejenige der Satelliten. Sie beträgt nach ZÖLLNER 0·6238 für Jupiter, während diejenige der Satelliten nach ENGELMANN zwischen 0·0792 (für den fünften) und 0·2665 (für den dritten) beträgt. Da der Jupiter daher mindestens dreimal so viel von dem auf ihn fallenden Lichte zurückwirft, so muss seine Scheibe bedeutend heller als diejenige der Satelliten, daher diese auf dem Jupiter dunkel erscheinen. Dies gilt jedoch nur für die Mitte; dass sich das Verhältniss am Rande umkehrt, hat seinen Grund in der Atmosphäre des Jupiter, welcher seine Scheibe am Rande dunkel erscheinen lässt.

Saturn.

Bedeutend kleiner als Jupiter, ist Saturn dennoch durch das ihn umgebende Ringsystem jedenfalls der merkwürdigste der Planeten. Auch er zeigt eine sehr beträchtliche Abplattung. Die zahlreichen Messungen des Aequatoreal- und Polardurchmessers können hier nicht im Detail angeführt werden; die Resultate für den Aequatordurchmesser schwanken zwischen 17″·0 und 18″·8, für den Polardurchmesser zwischen 15″·3 und 16″·5. Die Gestalt des Planeten erschien zeitweise nicht einfach abgeplattet, sondern in der Mitte des Quadranten etwas ausgebuchtet, mehr viereckig. Diese Erscheinung wurde zum ersten Male von HERSCHEL am 12. April 1805 wahrgenommen; er schreibt: »Die Abplattung scheint

[1]) ibid. Bd. 134, pag. 231.

[2]) Berliner Astron. Jahrb. für 1801, pag. 126.

anders, wie beim Jupiter, und erst in höheren geographischen Breiten schneller abzunehmen«[1]). Diese Erscheinung wurde auch am 18. und 19. April, am 13. 26. und 27. Mai bemerkt. Stets war die grösste Krümmung nahe bei 45°. Am 27. Mai 1805 machte HERSCHEL eine Messung und fand für den Durchmesser der grössten Krümmung 11''·88, für den Aequatorealdurchmesser nur 11''·44; als Ursache dieser Abweichung des Saturn von der genauen sphäroidischen Gestalt nimmt HERSCHEL die Anziehung des Ringes auf den Saturn an.

Dieselbe Erscheinung sah AIRY am 15. September 1848[2]); er bezeichnet die Form als *square shouldered*; am 16. und 17. hingegen erschien der Planet einfach, elliptisch. DENNING hingegen fand durch Messung diese von ihm ebenfalls gesehene eigenthümliche Gestalt nicht bestätigt und erklärt die Erscheinung als eine optische Täuschung, hervorgerufen durch das Aneinanderhängen der hellen Ringcontouren an die Planetenscheibe[3]).

Die Masse des Saturn wurde ebensowohl aus den Störungen in der Bewegung des Jupiter und Uranus, als aus den Entfernungen der Satelliten bestimmt. Die jetzt allgemein angenommene Masse $\frac{1}{3501.6}$ kann als bereits sehr nahe richtig angesehen werden. Eine genauere Bestimmung derselben ist von geringerer Wichtigkeit wie für Jupiter, da sein Einfluss auf die Bewegung anderer Himmelskörper, namentlich der kleinen Planeten sowohl seiner geringeren Masse, als seiner grösseren Entfernung wegen minder gross ist.

Flecken und Streifen wurden auf dem Saturn schon von CASSINI im März 1683 gesehen, der auch die Rotationszeit ableitete. HERSCHEL sah[4]) auf dem Saturn einen fünffachen Streifen und schloss aus den Veränderungen desselben auf eine Rotationszeit von $10^h\ 16^m\ 0^s{\cdot}4$; LAPLACE erhielt für dieselbe $10^h\ 16^m\ 17^s{\cdot}2$[5]); HALL beobachtete vom 7. December 1876 bis 2. Januar 1877 einen grossen Fleck von 2—3'' Durchmesser, von glänzend weisser Farbe und scharfer Begrenzung, und leitete daraus die Rotationszeit $10^h\ 14^m\ 23^s{\cdot}8$ ab[6]).

Der interessanteste Theil des Saturn, durch welchen derselbe gegen die übrigen Planeten besonders merkwürdig ist, ist jedoch sein Ringsystem.

Der Ring wurde schon von GALILEI 1610 gesehen, ebenso von FONTANA, GASSENDI, HEVEL u. a.; doch sind die von den älteren Beobachtern gegebenen Zeichnungen untereinander sehr abweichend; es sind kleine, kreisförmige oder auch längliche, eiförmige Anhänge, dann halbmondförmige Henkel u. s. w. Eine Zusammensellung dieser Beobachtungen gab RICCIOLI in seinem »*Almagestum novum*«, I. Bd., pag. 488. Seine eigene Darstellung von 1648 October 15 und 1649 Ende März und Juli 20 kommt der Wahrheit schon ziemlich nahe: die beiden halbmondförmigen Henkel vereinigen sich an den Polen des Saturn und bilden so einen in der Ebene der Scheibe gelegenen ovalen Ring.

HUYGENS sah 1655 den Saturn ebenfalls mit zwei Henkeln, die aber im Frühjahr 1656 verschwanden. Bei ihrem Wiedererscheinen 1656 kam er auf die richtige Lösung, welche er in einem Anagramm publicirte, dessen Lösung »*Annulo cingitur, tenui, plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato*« war

---

[1]) Berliner Astron. Jahrb. für 1809, pag. 197.

[2]) Greenwich Observations 1848, V. Abtheilung, pag. 44.

[3]) Monthly Notices Bd. 41, pag. 84.

[4]) Berliner Astron. Jahrb. für 1798, pag. 90.

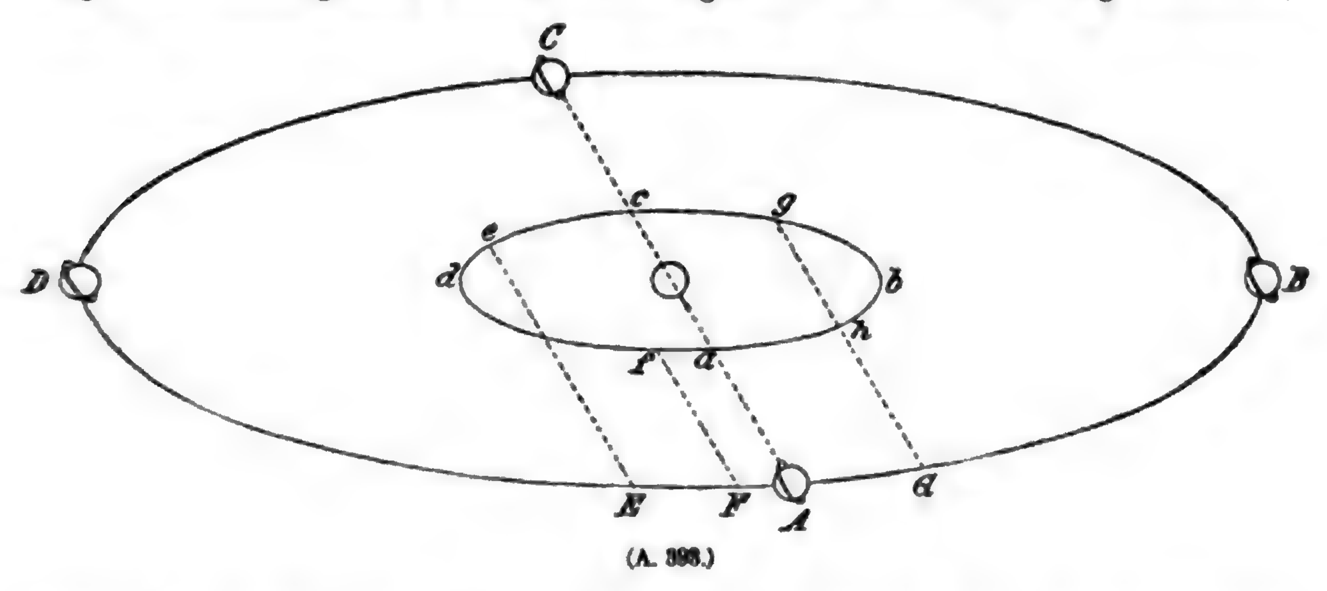
[5]) Exposition du système du monde; der angegebene Werth ist 0·428 Tage.

[6]) Astron. Nachr. Bd. 90, pag. 149.

Damit war das Phänomen auch allseitig erklärt: es ist ein dünner, ebener, den Planeten frei umgebender, gegen die Bahnebene geneigter Ring.

Die Sichtbarkeit desselben hängt von zwei verschiedenen Umständen ab, nämlich von der Stellung der Sonne und von derjenigen der Erde gegen die Ringebene.

1) Die Stellung der Sonne beeinflusst die Helligkeit des Ringes. Da dieser, wenigstens sehr nahe, in einer Ebene liegt, so wird er von keiner Seite beleuchtet, wenn die Sonne sich in der Ebene des Ringes befindet. Ist ☊ die Lage des aufsteigenden Knotens der Ringebene, so wird der Ring unsichtbar,



(A. 393.)

wenn ♄ = ☊ und ♄ = 180° + ☊ ist. Nimmt man an, dass der aufsteigende Knoten sich in *A* befinde (Fig. 393), so ist der linke Theil der Ringebene über der Saturnsbahn, d. i. auf der Seite des Nordpols derselben, der rechte Theil auf der Seite des Südpols. Es wird daher von *A* über *B* nach *C* die untere, südliche Fläche des Ringes, von *C* über *D* nach *A* die obere, nördliche Fläche der Ringebene von der Sonne beleuchtet sein[1]. Aus diesem Grunde verschwindet daher der Saturnsring bei jedem Umlaufe des Planeten zweimal; dieses findet statt, wenn die Länge des Planeten 168° bezw. 348° ist (Oppositionen im März und September). Saturn hatte die Länge 168° Anfang 1892; wegen seiner langsamen Bewegung blieb daher der Ring um diese Zeit ziemlich lange nur als feine Linie (für schwache Vergrösserungen gar nicht) sichtbar. Dieselbe Erscheinung tritt ungefähr alle 14½ Jahre auf. Ist der Planet um 90° von diesen Punkten entfernt, also etwa 7 Jahre später, so liegt die Ebene des Ringes so, dass dieselbe, von der Sonne gesehen (daher in der Opposition auch von der Erde gesehen) seine grösste Oeffnung erreichen kann; dieser Fall tritt gegenwärtig ein, wenn die Oppositionen im Juni oder December stattfinden. Aus dem Verhältniss der Halbaxen kann man dann auf die Neigung der Ringebene schliessen.

2) So lange die Verlängerung der Knotenlinie die Erdbahn *abcd* schneidet, wird nun aber in Folge der Bewegung der Erde diese zweimal in die Ebene des Ringes kommen; in diesem Falle wird aber der Ring, wenn nicht gleich-

---

[1]) Nach Bessel (Astron. Nachr. Bd. 12, pag. 167) sind die Elemente der Ringebene gegen die Ekliptik

$$☊ = 166°\,53'\,8''\cdot9 + 46''\cdot462\,(T - 1800)$$
$$i = 28\quad 10\;\;44\cdot7 - 0\cdot350\,(T - 1800).$$

Nach Hall (Saturn and its Ring) ist die Neigung $i = 28°\,7'\,40''$.

zeitig Sonne und Erde durch die Ringebene gehen, von der Sonne beleuchtet sein, aber so oft die Erde in der Ringebene sich befindet, von einem Beobachter auf der Erde als geradlinig wahrgenommen werden, also wieder verschwinden. Aber auch dann, wenn sich die Erde ausserhalb der Ebene des Ringes befindet, aber die Ringebene zwischen Sonne und Erde durchgeht, so dass die von der Sonne beleuchtete Seite des Ringes von der Erde abgewendet ist, und daher nur der im Schatten befindliche oder dunkle Theil des Ringes sich darbietet, wird der Ring nicht gesehen. Befindet sich daher der Saturn in *G*, so wird der Ring von allen Punkten der Erde bei ihrer Bewegung von *g* über *cda* bis *h* gesehen, hingegen in dem Theile der Bewegung von *h* über *b* nach *g* wird der Ring nicht gesehen. Ist dabei der Saturn während der Zeit, während welcher die Erde den Weg *gcdah* zurückgelegt hat, durch *A* hindurchgegangen, so wird der Ring dabei ebenfalls auf einige Zeit verschwinden. Es möge beispielsweise der Saturn den Weg *EG* zurückgelegt haben, während die Erde von *e* über *da* nach *g* kam. Steht die Erde in *e* (vor dem Durchgang des Saturn durch *A*), so ist der Ring sichtbar; steht die Erde in *e*, der Saturn in *E* (wobei *eE* parallel der Richtung der Knotenlinie der Ringebene ist), so verschwindet der Ring und bleibt unsichtbar (weil die Erde auf den von der Sonne abgewendeten, nicht beleuchteten Theil der Ringebene sieht), bis die Erde in *f*, Saturn in *F* angekommen ist. Im weiteren Verlaufe bleibt die Ringebene sichtbar, bis Saturn in *A* angekommen ist; wo immer dann die Erde steht, wird der Ring unsichtbar. Da dann die Erde und die Sonne aber wieder auf entgegengesetzten Seiten der Ringebene stehen, so ist der Ring auch weiter unsichtbar, bis die Erde in *g*, Saturn in *G* angekommen ist, worauf dann der Ring wieder sichtbar wird.

1665 sah zuerst der englische Astronom WILLIAM BALL eine dunkle Linie auf dem Ring[1]), welche 1675 von CASSINI und MARALDI als eine Trennungslinie erkannt wurde[2]). Durch diese sogen. CASSINI'sche Trennungslinie ist der helle Saturnsring in zwei Ringe getheilt, welche nach W. STRUVE[3]) als Ring *A* (der äussere Ring) und als Ring *B* (der innere Ring), bezeichnet werden.

1825 December 17 sah KATER[4]) den äusseren Ring wie durch eine grössere Anzahl von sehr eng aneinanderliegender Theilungslinien getrennt. 1826 Januar 16 und 17 konnte er die Theilungen nicht mit Bestimmtheit wiedererkennen, Februar 26 sah er nichts; 1828 Januar 22 sah er die Theilungen ebenfalls nicht. KATER berichtet aber, dass SHORT diese Theilungen öfters gesehen hat und dass QUETELET dieselben schon 1813 gesehen und LAPLACE davon Mittheilung gemacht habe. In den Mémoirs of the Royal Society, Bd. IV, pag. 383 bemerkte er jedoch, dass unter den zahlreichen Theilungslinien eine von besonderer Stärke sich hervorhob, die die Breite des Ringes nahe halbirte.

Am 25. April 1837 sah ENCKE eine den Ring *A* durchsetzende Theilungslinie[5]). Aus seinen Messungsresultaten, welche in der folgenden Tafel aufgenommen sind, folgt übrigens, dass er bereits die CASSINI'sche Theilung als

---

[1]) Philos. transact. I. Bd., pag. 151.

[2]) Journ. des Savants 1677 März 1.

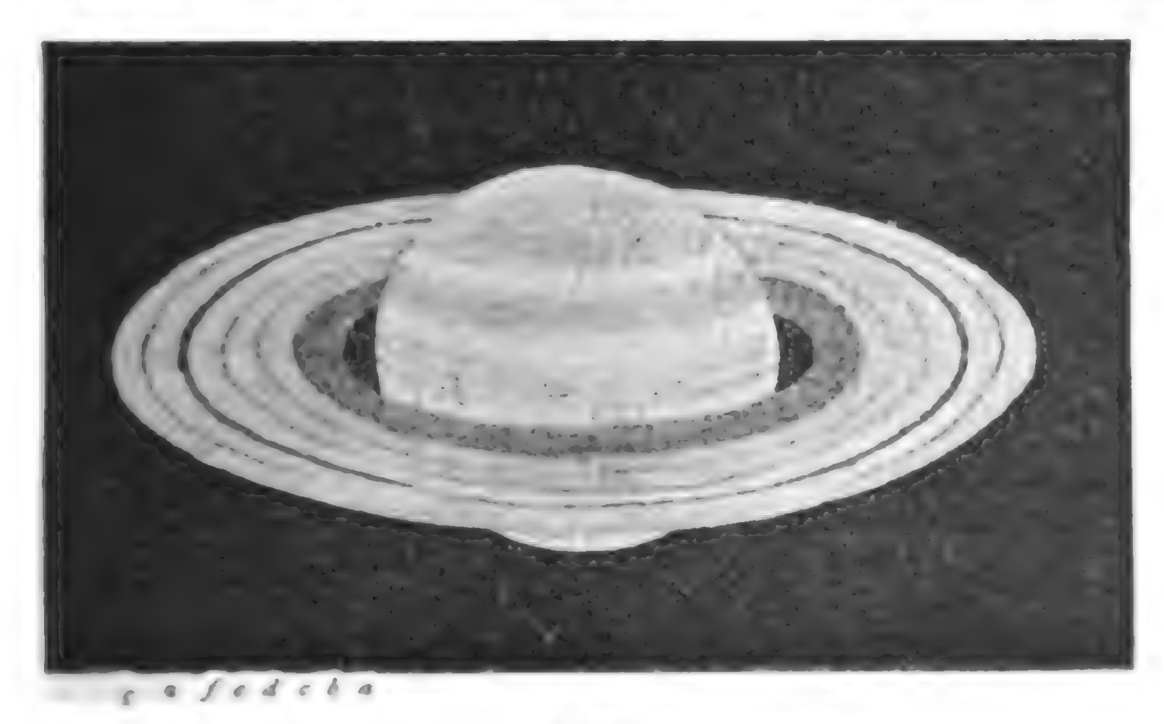
[3]) »Sur les dimensions des anneaux de Saturne«, Mém. de l'academie impérial de St. Petersbourg, VI. Serie Bd. VII. Sciences physiques et mathématiques Bd. V, pag. 439.

[4]) »On an appearance of divisions in the exterior ring of Saturn«; Monthly Notices [illegible] 1828.

[5]) [illegible] Nachrichten Bd. 15, pag. 17.

einen dunklen Zwischenraum von ziemlicher Breite wahrnahm. Für die Lage der Theilungslinie α ergab sich nach ENCKE's Messungen, dass dieselbe näher dem inneren Rande des Ringes AA, und zwar in etwa $\frac{1}{3}$ der ganzen Ringbreite sich befand. Die Theilung wurde erst wieder 1843 September 7 von LASSELL und DAWES in Starefield bei Liverpool mit einem 9 zölligen Refraktor bei 450 facher Vergrösserung bemerkt. Die Lage derselben war nach DAWES so, dass die Breite des äusseren Theiles sich zur Breite des inneren wie 1:3 verhielt; nach LASSELL war der äussere Theil kaum $\frac{1}{3}$ der ganzen Ringbreite, aber die Theilung jedenfalls nach der Aussenseite von der Mitte gelegen[1]).

Auch am Ringe B wurden mehrfache Theilungslinien wahrgenommen; so von BOND am 20. Oktober 1851[2]), während er an diesem Tage die Theilung des äusseren Ringes nicht wahrnahm, DAWES sah 1851 sowohl die ENCKE'sche Theilung des Ringes A, als auch eine Theilung am Ringe B[3]). Später wurden von ANTONIADI im Ringe B zwei feine Theilungslinien gesehen, welche auch FAUTH 1896 Mai 11 $10^h\,42^m$ deutlich wahrnahm. Fig. 394 ist nach der Zeichnung



(A. 394.)

Saturn nach einer Zeichnung von FAUTH.
1896 Mai 11, $10^h\,42^m$

von FAUTH[4]) reproducirt Auch TROUVELOT hat zeitweise sechs Ringe deutlich von einander getrennt gesehen.

1838 sah GALLE als Fortsetzung des Ringes B nach innen einen diesem anhängenden Schleier. Ueber diese Beobachtung berichtete ENCKE bereits in den Memoiren der Berliner Academie der Wissenschaften von 1838 und in den Astron. Nachrichten, Bd. 15, pag. 17. Der Abhandlung in den Berliner Mémoiren sind zwei Zeichnungen beigegeben, bei denen jener dunkle Ring sich wie ein Schatten über die Saturnskugel erstreckt; da aber der Schatten des Ringes auf den Planeten damals nicht so gesehen werden konnte[5]), so ist diese Zeichnung unzweifelhaft auf den Ring C zu beziehen. GALLE sah aber keine Theilung

---

1) Monthly Notices Bd. 6, pag. 11.
2) ibid. Bd. 12, pag. 155.
3) ibid. Bd. 14, pag. 8.
4) Astron. Nachrichten Bd. 141, pag. 401.
5) Vergl. DAWES in den Astron. Nachrichten Bd. 32, pag. 381.

zwischen den Ringen *B* und *C*, sondern dieselben unmittelbar ineinander übergehen. Er bemerkt hierzu 1851 April 1 ausdrücklich[1]): »Doch betrachte ich diesen Schleier nicht als einen besonderen Ring, sondern als eine Fortsetzung des inneren Ringes irgend welcher Art, bin auch jetzt noch von der Trennungslinie nicht völlig überzeugt, da der Contrast im Raume zunächst am Ringe diesen viel dunkler erscheinen lässt, als derselbe wirklich ist.« Die in der Tabelle eingetragenen Messungsresultate sind Mittel aus Messungen von 1838 Juni 11, 24, 27, Juli 2 und 1839 Januar 11.

Diese Beobachtungen konnten wegen der darauf folgenden grossen südlichen Deklination des Saturn nicht weiter verfolgt werden, und so kam es, dass erst 12 Jahre später dieser dunkle Ring am selben Tage (3. December 1850) von BOND[2]) und LASSELL wieder entdeckt wurde. Beide bezeichnen ihn als *a crape veil*, ein dunkler Schleier, durch welchen man die Saturnsscheibe ganz deutlich hindurchsehe. DAWES hatte schon früher (1850 November 29) diesen Ring als eine dunkle Linie an der Innenseite des Ringes *B* (*a shading, like twilight at the inner position of the ring*« um $6^h 45^m$ und »*an exceeding narrow black line on the ball . . . like a shadow*« um $8^h 40^m$ gesehen. Auch diese drei Beobachter bemerkten diesen dunklen Ring *C* ohne bestimmte Trennungslinie von messbarer Breite sich an *B* anschliessen. Nach BOND und LASSELL war die Breite des Ringes *C* zur Zeit seiner Entdeckung etwa den fünften Theil des Abstandes des Ringes *B* von der Saturnkugel.

Am 14. August 1851 sah BOND den Ring *C* in Pulkowa viel breiter als im Vorjahre in Cambridge U. S. Ueberdiess war er deutlich von *B* getrennt.

Die Messungen von OTTO STRUVE ergeben $bd : ad = 0{\cdot}56$. Ferner sah STRUVE[3]) den Ring *C* durch eine äusserst feine Trennungslinie, die aber nur in der Nähe der äussersten Enden der Ringe bemerkt wurde, in zwei Theile von gleicher Helligkeit getrennt. Der äussere der beiden Theile (zwischen *c* und *d*) war von *B* durch keine deutliche Trennungslinie geschieden, sondern nur durch den grossen Helligkeitsunterschied kenntlich. Dieser äussere dunkle Ring, oder eigentlich die Trennungslinie *c* wurde von LASSELL nie gesehen[4]); hingegen konnte STRUVE die ENCKE'sche Theilung nicht oder doch nur sehr vorübergehend sehen[5]).

Dass der Ring *C* nach GALLE nicht gesehen wurde, war aus dem südlichen Stande des Saturn erklärlich. Hingegen war zu untersuchen, ob der Ring nicht schon früher gesehen worden war. O. STRUVE gelangt zu dem Resultate, dass HERSCHEL am Cap und BESSEL ihn zwischen 1830 und 1837 sicher nicht gesehen hatten, vielleicht wegen nicht genügend grosser Instrumente. Aber auch W. STRUVE hatte ihn 1826 sicher nicht gesehen, woraus O. STRUVE schliesst, dass die Bildung dieses Ringes möglicherweise zwischen 1826 und 1838 fällt. Doch findet sich schon bei W. STRUVE die Angabe, dass der innere Rand des Ringes *B* weniger scharf begrenzt war, welches man vielleicht als die erste Bildung des

---

[1]) Astron. Nachrichten Bd. 32, pag. 187.

[2]) Monthly Notices Bd. 11, pag. 20 und 24.

[3]) l. c., pag. 443; in Fig. 394 bedeutet *a* die Begrenzung der Saturnskugel, *b* die innere, *c* die äussere Grenze des Ringes *C*, *d* die innere, *e* die äussere Begrenzung des Ringes *B*, *f* die innere und *g* die äussere Begrenzung des Ringes *A*; die von STRUVE beobachtete Trennungslinie *c* zwischen *b* und *d* fehlt in der FAUTH'schen Zeichnung. *a* ist die ENCKE'sche Trennungslinie.

[4]) Monthly Notices Bd. 13, pag. 12.

[5]) ibid. Bd. 13, pag. 444.

Ringes auffassen könnte. In den Astron. Nachrichten Bd. 5, pag. 13 schreibt W. STRUVE: »Auffallend ist, dass der äussere Ring bedeutend weniger Glanz hat, als der innere. Auch der innere scheint nach der Seite des Planeten zu weniger scharf begrenzt und etwas matter zu sein, so dass ich vermuten möchte, diese innerste Begrenzung sei weniger regelmässig als die andere.« Gegen diese Annahme aber spricht nach STRUVE[1]), dass schon CASSINI einen dunklen Streifen auf dem Saturn in Berührung mit dem Ringe und von schwächerer Krümmung wie die Aequatorealstreifen sah[2]), und eine ähnliche Beobachtung findet sich bei HADLEY, der im Jahre 1720[3]) eine dunkle Linie im Anschlusse an den Ring *B* bemerkte, die er aber 1723 wesentlich verbreitert sah, Im Gegensatze hierzu bemerkt SCHRÖTER[4]), dass der Zwischenraum zwischen dem Ring und der Saturnskugel absolut dunkel ist; »die Saturnskugel schwebt . . . . von ihrem Ringe umgeben, so deutlich vor Augen, als wenn man sie greifen wollte. Die Schärfe, womit man dann den am Himmel gleich dunklen Zwischenraum am Ringe ringsum sieht, ist dann recht überraschend.«

Verschiedene Beobachter haben beim Verschwinden des Ringes einen dunkeln Aequatorealstreifen gesehen; dies wird schon von MARALDI berichtet; dasselbe sah auch SCHMIDT in Bonn 1848[5]), woraus STRUVE schliesst, dass der Ring *C* wahrscheinlich dicker ist, als die hellen Ringe[6]).

Messungsresultate.

a) Von dem Rande *a* der Saturnkugel bis . . .	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*a*	*g*
W. STRUVE 1826 . . .	—	—	4·336	8·242		8·649	11·052
O. STRUVE 1851 vorausgehender Rand . . .	1·61	2·98	3·70	8·35	8·78	—	11·06
O. STRUVE 1851 folgender Rand	1·62	2·60	3·60	8·19	8·75	—	11·07
b) Vom Mittelpunkte der Saturnkugel							
ENCKE 1837	—	—	26·756	34·749	36·038	37·471	40·445
GALLE 1838	22·106	—	26·356	34·184		—	40·899
HALL 1885	20·52	—	25·75	34·11	34·95	—	40·45.

Dass die Ringe nicht in einer Ebene liegen, hatte schon MARALDI ausgesprochen; es wird dies durch verschiedene Beobachtungen bestätigt. Zur Zeit des Verschwindens des Ringes wurde derselbe wiederholt als eine Lichtlinie mit deutlicher Lichtanhäufung, Lichtknoten beobachtet; so von SCHRÖTER, OLBERS[7]), ebenso von BOND 1848[8]).

Mehrfach wurden auch Flecke auf dem Ringe gesehen, aus denen auch auf die Rotation des Ringes geschlossen wurde. MARALDI sprach schon 1715 die Vermutung aus, dass der Ring rotire. LAPLACE hatte die Rotationszeit des Ringes zu $10^h\,29^m\,16^s{\cdot}8$ angegeben, HERSCHEL $10^h\,32^m\,15^s$[9]). SCHWABE[10]) schloss aus

[1]) ibid. pag. 447.

[2]) Mémoires de l'Academie des Sciences de Paris 1715, pag. 46.

[3]) Philosoph. Transact. 1723, No. 378.

[4]) Berliner Astron. Jahrbuch für 1800, pag. 167.

[5]) Astron. Nachrichten, No. 650.

[6]) l. c., pag. 450.

[7]) Astron. Nachrichten, No. 241.

[8]) Monthly Notices, Bd. 10, pag. 16.

[9]) Philosoph. Transactions für 1790.

[10]) Astron. Nachrichten, Bd. 58, pag. 248.

einer Reihe von Beobachtungen des Saturnsringes von 1862 Februar 7 bis Mai 13, dass die Rotationszeit von 10^h mit den Beobachtungen nicht vereinbar sei, und sprach seine Ueberzeugung dahin aus: »dass der Ring, wie zuerst SCHRÖTER fand, nicht rotirt.« Die Resultate von SCHRÖTER über die Rotationszeit sind aber ziemlich widersprechend; aus knotigen Verdickungen, hervortretenden Ungleichheiten am Ringe hatte er auf eine Rotationszeit von 24, 12 oder 8^h geschlossen, während er etwas später[1]) angiebt, dass der Ring entweder gar nicht, oder in 30 Jahren einmal um Saturn rotire. Auch BOND bemerkte übrigens, dass die erwähnten, die Lichtlinien unterbrechenden Lichtanhäufungen nicht mit dem Ringe zu rotiren scheinen[2]).

Flecke auf dem Saturnsring beobachtete wiederholt MASCARI[3]); TERBY sah 1889 März 6 einen weissen Fleck auf dem Ringe[4]), der, so lange er ihn verfolgte, eine Ortsveränderung nicht zeigte; dieser Fleck wurde auch von ELGER, MAC LEOD gesehen, hingegen erwähnen SCHIAPARELLI, KNORRE, KNOPF, H. STRUVE ausdrücklich, dass sie denselben nicht wahrnehmen konnten.

Wäre der Ring eben, so müsste natürlich der Schatten der Saturnskugel auf demselben stets eine Ellipse, also gegen den Saturn zu concav, nach aussen convex sein. Dieses ist auch im allgemeinen der Fall; doch finden sich auch, allerdings sehr selten, Ausnahmen. KAISER sah im Jahre 1850 den Schatten des Saturn auf den Ring mit der Convexität gegen den Saturn[5]); ebenso DAWES[6]) 1854 September 29 und December 7; ferner SECCHI und RESPIGHI[7]) am 28. Januar und 7. Februar 1855. Dieselbe Erscheinung sah HALL 1876 October 18 und 1878 December 19; er prüfte die Richtigkeit auch objectiv durch Anlegen eines Fadens tangential an die Schattengrenze[8]). Ferner erwähnt TERBY 1889 März 6,[9]) dass der Schatten vielleicht etwas concav nach aussen wäre.

HALL führt das Phänomen auf die Beeinträchtigung der Beobachtung bei schlechtem Wetter zurück[10]). SECCHI erklärte diese anomale Krümmung des Schattens durch die Form des Ringes, dessen Querschnitt sich als eine Ellipse darstellt, deren kleine Achse senkrecht zur Ringebene und ungefähr $\frac{1}{12}$ der in der Ringebene gelegenen grossen Achse wäre[11]).

Der Mittelpunkt des Ringes fällt nicht mit dem Mittelpunkte der Saturnskugel zusammen. Diese Bemerkung wurde zuerst von GALLET[12]) gemacht, aber später, 17. December 1827, von SCHWABE neu entdeckt[13]). Der östliche Zwischenraum zwischen Kugel und Ring ist stets grösser als der westliche, aber der Unterschied ist nicht immer von derselben Grösse (vergl. auch die Messungen von STRUVE in der vorangehenden Tabelle).

---

1) Berliner Astron. Jahrbuch für 1806, pag. 160, 164 und 249.

2) Monthly Notices, Bd. 10, pag. 16.

3) Astron. Nachrichten, Bd. 139, pag. 81.

4) ibid. Bd. 121, pag. 109.

5) S. OUDEMANNS, »der Sternhimmel«, I. Bd., Tafel IV, Fig. 1.

6) Astron. Nachrichten, Bd. 41, pag. 165.

7) ibid. Bd. 41, pag. 348.

8) »Saturn and its Ring«; Washington Observations 1885, Append II.

9) Astron. Nachrichten Bd. 121, pag. 110.

10) l. c., pag. 17. Er hat wohl stets die CASSINI'sche, nie aber die ENCKE'sche Theilung gesehen können, und sah ebenso wenig eine Grenze zwischen den Ringen *B* und *C*.

11) Astron. Nachrichten Bd. 36, pag. 180.

12) Journal des Savants für 1684, pag. 198.

13) Astron. Nachrichten Bd. 19, pag. 1.

Aus allem folgt, dass der Ring ein in seiner Form constantes, aber in seinen feineren Details etwas veränderliches Gebilde ist. Durch das fortwährende Auftreten und Verschwinden von neuen Theilungen schlossen PEIRCE und BOND auf eine flüssige Constitution des Ringes. Dass diese Annahme unzulässig ist, wurde schon von LAPLACE aus mechanischen Gründen festgestellt (vergl. den Artikel »Mechanik des Himmels, II. Bd., pag. 563).

Schon CASSINI hatte auf die Möglichkeit hingewiesen, dass der Saturnsring aus discreten Partikelchen bestehe. Später hatten MAXWELL und HIRN diese Ansicht zur Grundlage ihrer Theorie gemacht. SEELIGER bemerkt mit Recht[1], dass die MAXWELL'sche Theorie, welche über die Constitution des Ringes ganz specielle Voraussetzungen macht, die mit der wirklichen Constitution wohl kaum auch nur eine entfernte Aehnlichkeit haben, als Begründung für die nicht homogene Constitution durchaus nicht beweisend sei. Er untersucht nun die Erscheinungen, die ein staubförmiger Ring in photometrischer Hinsicht darbieten würde, und erhält eine »so nahe Uebereinstimmung mit den beobachteten Thatsachen, dass in ihnen vielleicht der stärkste Beweis, der für diese spricht, erblickt werden kann.«

Hierfür spricht auch die Durchsichtigkeit des dunklen Ringes, welche gleich bei den ersten Beobachtungen auffiel, aber insbesondere von BARNARD 1889 November 1, 2 anlässlich des Durchganges des Japetus durch den Schatten des Saturnsystems beobachtet wurde. Nachdem der Trabant aus dem Schatten des Saturn herausgetreten war, war er bei dem Durchgange durch den Zwischenraum hell, und zwar von ziemlich gleicher Helligkeit. Beim Eintritt hinter den dunklen Ring verlor er nach und nach, aber nur wenig an Helligkeit, bis er an den hellen Ring kam, in welchem er schliesslich verschwand[2]. Hierbei zeigte sich also, dass der dunkle Ring in seinen dem Planeten zunächst liegenden Theilen fast alles Licht durchlässt und dass seine Undurchsichtigkeit mit der Annäherung an den hellen Ring successive zunimmt.

Nebst den Veränderungen innerhalb der einzelnen Ringe, welche sich durch das Auftreten und Verschwinden von Theilungen darbieten, sind jedoch auch Veränderungen in der Grösse der Ringe selbst beobachtet worden. Aus der allerdings nicht unanfechtbaren Zusammenstellung von O. STRUVE (vergl. den Briefwechsel zwischen O. STRUVE und F. KAISER aus dem Jahre 1855 über diesen Gegenstand) geht hervor, dass der Durchmesser des ganzen Ringsystems sich allmählig zu verkleinern scheint, wenn auch bei der Ungenauigkeit der älteren Bestimmungen das Resultat nicht sehr sicher ist. Auffälliger tritt die Annäherung der inneren Grenze des Ringes B an den Saturn hervor. Die STRUVE'sche Zusammenstellung giebt die folgenden Resultate:

	$ad:dg$		$ad:dg$
HUYGENS 1657 .	1·41	W. STRUVE 1826 . . .	0·64
CASSINI 1695 .	1·18	ENCKE und GALLE 1838	0·57
BRADLEY 1719 .	0·95	O. STRUVE 1851 . . .	0·49
HERSCHEL 1799 .	0·86		

Hierzu kommt noch die Messung von SECCHI[3] 0·53.

Die Annäherung ist jedoch nicht gleichmässig, sondern etwas beschleunigt, und scheint auch die Ringe A und B ungleichmässig zu betreffen. Es ist nach:

---

[1]) »Theorie der Beleuchtung staubförmiger kosmischer Massen, insbesondere des Saturnsringes«, Abhandlungen der königl. bayerischen Academie der Wissenschaften, I. Klasse XVIII. Bd., 1. Abtheilung, pag. 29.

[2]) Astron. Nachrichten Bd. 137, pag. 245.

[3]) Astron. Nachrichten Bd. 16, pag. 50.

	die Breite von A	von B	Zwischenraum
W. STRUVE 1826	2''·40	3''·91	0''·41
ENCKE 1837 . .	2·62	4·00	0·77
O. STRUVE 1851	2·30	4·62	0·49
SECCHI 1852 . .	2·79	—	—

so dass sich die Verbreiterung wesentlich auf den Ring B bezieht, während der Ring A nicht oder doch nur sehr wenig an Breite zunimmt.

Saturn wird von acht Satelliten umkreist. Der zuerst bekannte, der Reihenfolge der Entfernung vom Hauptplaneten nach der sechste, Titan, wurde von HUYGENS am 25. März 1655 entdeckt. Der zunächst gesehene war der äusserste, Japetus, welcher von CASSINI im October 1671 entdeckt wurde. CASSINI fand bald darauf, 1672 December 23, den fünften, Rhea, und im März 1684 den dritten, Tethys, und vierten, Dione. Die beiden innersten, Mimas und Enceladus, fand HERSCHEL 1789 August 28 und September 17. Der letzte, kleinste (der siebente), Hyperion, wurde erst 1848 September 16 von BOND in Cambridge und unabhängig von diesem zwei Tage darauf (September 18) von LASSELL in Starfield bei Liverpool entdeckt[1]).

Elemente der Satelliten wurden mehrfach berechnet. Für Titan waren die Untersuchungen von BESSEL grundlegend, und sind die Elemente desselben auch noch heute zu allen Untersuchungen über die Bewegung der Saturnsatelliten vollständig ausreichend. Die Bahnen der übrigen können noch nicht als definitiv angesehen werden.

Eingehendere Untersuchungen über die gegenseitigen Einwirkungen der Satelliten erstrecken sich hauptsächlich auf das System Mimas-Tethys einerseits und Enceladus-Dione andererseits, deren mittlere Bewegungen in einem commensurabeln Verhältniss stehen. Untersuchungen dieser Art wurden von H. STRUVE[2]) veröffentlicht. Ueber die Störung in der Bewegung des Hyperion s. den Artikel »Mechanik des Himmels«, II. Bd., pag. 464. Die von D'ARREST angegebene Periode von 465¾ Tagen, innerhalb deren die vier innersten Satelliten bezw. 494, 340, 247 und 170 Umläufe vollführen, hat, vorläufig wenigstens, praktisch keine Bedeutung, da die Coëfficienten von höherer Ordnung in den Excentricitäten sind.

Die Satelliten zeigen periodische Veränderungen in der Lichtintensität. JAQUES CASSINI bemerkte, dass Titan auf der Ostseite des Saturn an Intensität abnimmt, und HERSCHEL[3]) und SCHRÖTER[4]) machten dieselbe Bemerkung für die übrigen Satelliten, so dass der Wechsel der Lichtintensität sich innerhalb eines

---

[1]) Bemerkt mag hier eine Notiz von BODE aus dem Berliner Astr. Jahrbuch für 1789 pag. 174 werden, nach welcher in einer Tübinger gelehrten Zeitung vom März 1754 zu lesen war, dass ein gewisser HIERONYMUS ALTOBELLI am 17. April 1610 von Padua an GALILEI schrieb: »*che cinque pianete si aggiorno a Saturno.*« BODE fügt hinzu: Merkwürdig bleibt es immer, dass ALTOBELLI ein halbes Jahrhundert zuvor, ehe die sämmtlichen Saturnstrabanten entdeckt wurden, solche auch selbst der Anzahl nach zu errathen das Glück hatte.« Heute allerdings kann man hinzufügen, dass es wahrscheinlich nur eine Folge der damals bekannten »sämmtlichen 5 Saturnsatelliten« war, dass eine solche Notiz in der Tübinger gelehrten Zeitung erschien.

Die jetzt gebräuchlichen Namen erhielten die Saturnsatelliten von HERSCHEL (Astr. Nachrichten Bd. 28, pag. 24).

[2]) Astron. Nachrichten, Bd. 123, pag. 257 und Bd. 125, pag. 97.

[3]) Berliner Astron. Jahrbuch für 1796, pag. 94.

[4]) Berliner Astron. Jahrbuch für 1800, pag. 169.

synodischen Umlaufes vollzieht, woraus wieder geschlossen werden kann, dass die Rotationszeit der Satelliten gleich ihrer Umlaufszeit um den Hauptplaneten ist.

Untersuchungen über die absolute Helligkeit, um daraus auf die Grösse der Satelliten zu schliessen, wurden von PICKERING vorgenommen. Hiernach schwanken die Halbmesser zwischen 310 *km* (Hyperion) bis 2200 *km* (Titan). Direkte Messung des Durchmessers des Titan ergab für diesen ½", daher für den absoluten Durchmesser etwa 3500 *km*, ein Werth, der in Folge der Unsicherheit in der Messung so kleiner Winkel kaum sicherer ist, wie der aus photometrischen Bestimmungen abgeleitete.

Uranus.

Der erste, nicht zu den im Alterthume bekannten Planeten gehörige ist Uranus. Er wurde am 13. März 1781 von W. HERSCHEL in Bath als ein Stern sechster Grösse in den Zwillingen entdeckt, dessen Scheibe bei stärkeren Vergrösserungen zunahm, während die Lichtintensität abnahm. HERSCHEL hielt ihn für einen Kometen. Aus den ersten Beobachtungen von HERSCHEL, dann von MASKELYNE am 17. März und LALANDE am 16. April wurde auch zunächst eine parabolische Bahn abzuleiten versucht. Als die mehrfachen Versuche ein positives Resultat nicht ergaben, und LAPLACE einen sich den Beobachtungen weit besser anschmiegenden Kreis fand, wurde die planetarische Natur des neuen Himmelskörpers, welche übrigens aus dem Aussehen desselben schon früher von BODE vermuthet worden war, sichergestellt. HERSCHEL nannte den neuen Stern *Georgium Sidus*; von LALANDE wurde der Name des Entdeckers vorgeschlagen; bald aber fand der von BODE vorgeschlagene Name Uranus allgemeinen Eingang.

Da der Planet unter günstigen Umständen bis zur sechsten Grösse werden kann[1]), so lag es nahe zu vermuten, dass schon früher Beobachtungen des Gestirns angestellt worden waren, ohne dass die Natur des beobachteten Objektes erkannt worden wäre. Die Untersuchungen zeigten in der That, dass bereits eine grössere Anzahl von Beobachtungen des Uranus vorlagen. Chronologisch geordnet sind dieselben:

1690 September 23, nachweislich die erste Beobachtung des Uranus; von FLAMSTEED (der von ihm als 34 ♉ bezeichnete Stern). Von BODE im Berl. Astr. Jahrbuch für 1787, pag. 243 mitgetheilt.

1712 März 22 (April 2 n. S.); ebenfalls von FLAMSTEED durch einen merkwürdigen Zufall, indem er ein Paar Minuten zu früh an das Fernrohr kam, wo er ρ Leonis beobachten wollte. Von BURCKHARD in der Connaissance des Temps für 1820, pag. 408 mitgetheilt. Dieser Beobachtung wurde von BURCKHARD eine besondere Bedeutung beigemessen, da sie von einer anderen Beobachtung von LALANDE vom 13. April 1796 um einen vollen Umlauf entfernt war.

1715 März 4, 5, 10, ebenfalls von FLAMSTEED beobachtet; mitgetheilt von BURCKHARD ibid.

1748 Okt. 21 und 1750 Sept. 13 von BRADLEY. Mitgetheilt von BREEN in den Astron. Nachr., Bd. 61, pag. 367.

1750 Okt. 14 und December 3 von LE MONNIER. Mitgetheilt von BOUVARD im Berliner Astr. Jahrbuch für 1822, pag. 143.

1756 Sept. 25 von T. MAYER. Mitgetheilt von BODE im Berl. Astr. Jahrbuch für 1787, pag. 243.

---

[1]) HEIS sah ihn 1848, SCHMIDT 1874 mit freiem Auge.

1768 Dec. 23 und 30, 1769 Januar 15, 16, 20, 21, 22, 23 und später 1771 Dec. 18 von LE MONNIER. Mitgetheilt von BOUVARD im Berliner Astr. Jahrbuch für 1822, pag. 143. Nur durch den Umstand, dass LEMONNIER seine über einen Monat vertheilten 8 aufeinanderfolgenden Beobachtungen aus dem December 1768 und Januar 1769 nicht sofort reducirte, hatte er die Ortsveränderung des Gestirns nicht erkannt.

Ueber die Gestalt und Grösse des Uranus sind zahlreiche Messungen ausgeführt worden. Eine erschöpfende Zusammenstellung giebt SEELIGER[1]). Zieht man zu diesen Messungen noch diejenigen von DOBERCK aus dem Jahre 1868[2]), ferner die Beobachtungen von SEELIGER und diejenigen von SCHIAPARELLI[3]) aus dem Jahre 1884 hinzu, so erhält man als Mittelwerth 3″·782.

Eine Abplattung wurde wiederholt angegeben. Schon HERSCHEL hat eine solche bemerkt; er giebt sie zu $\frac{1}{10}$ an; die Messungen von MÄDLER ergaben $\frac{1}{9·49}$ bis $\frac{1}{10·85}$ SCHIAPARELLI fand 1883: $\frac{1}{10·9}$ und 1884: $\frac{1}{11}$. Die Messungen von SEELIGER ergaben kein positives Resultat.

Die Masse des Planeten wurde bald nach der Entdeckung der Satelliten bestimmt; der jetzt adoptirte Werth $\frac{1}{22600}$ ist der von NEWCOMB berechnete.

Flecken und Streifen wurden auf dem Uranus von einzelnen Beobachtern gesehen; aus den bisherigen Beobachtungen ist kein sicherer Schluss auf eine Rotation zu ziehen.

Sechs Jahre nach der Entdeckung des Uranus, am 11. Januar 1787, gelang es W. HERSCHEL, zwei Satelliten des Uranus zu entdecken[4]); es sind die beiden äusseren Titania und Oberon; sie können nur mit grösseren Fernrohren gesehen werden. 1790 und 1794 glaubte HERSCHEL noch vier andere Satelliten gesehen zu haben; doch erklärte er dies später als eine Täuschung. Die zwei inneren, Ariel und Umbriel wurden von LASSELL am 24. October 1851 entdeckt[5]). Spätere Untersuchungen mit den grossen Refraktoren ergaben, dass es ausser diesen vier keine mit Instrumenten der jetzigen Grösse sichtbare Uranusmonde giebt. Die beiden inneren gehören zu den am schwierigsten zu beobachtenden Objecten; die beiden äusseren wurden von VOGEL in Bothkamp mit einem Refraktor von 29·5 *cm* Oeffnung beobachtet.

PICKERING suchte auf photometrischem Wege die Durchmesser der Satelliten festzustellen. Er fand für Titania den Durchmesser 940, für Oberon 870 *km*.

Besonders bemerkenswerth ist, dass die Satelliten des Uranus sich nicht in der Ebene des Hauptplaneten oder in einer zu dieser wenig geneigten Ebene bewegen, sondern dass die Neigungen ihrer Bahnebenen sehr gross, nahe 90° sind.

Neptun.

Ueber die Entdeckung des Neptun mag hier nur in Kürze das Folgende zusammenfassend recapitulirt werden:

Schon BOUVARD machte 1821 darauf aufmerksam, dass sich die Uranusbeobachtungen vor 1781 und diejenigen nach 1781 nicht durch dasselbe Elementensystem darstellen liessen. Später hatte AIRY gezeigt, dass die Beobach-

---

[1]) Ueber die Gestalt des Planeten Uranus; Sitzungsber. der mathematisch-physikal. Klasse der königl. bayerischen Academie der Wissenschaften, 1884, Heft 2, pag. 267.

[2]) Astron. Nachr. Bd. 92, pag. 159.

[3]) Astron. Nachr. Bd. 109, pag. 242.

[4]) Conn. des Temps für 1789, pag. 378.

[5]) Astron. Nachr. Bd. 33, pag. 259.

tungen aus den Oppositionen zwischen 1833 bis 1837 die Nothwendigkeit einer Vergrösserung der Radienvectoren gegenüber den Tafelwerthen anzeigten, welche bedeutender als die Entfernung des Mondes von der Erde wäre. Und schon BOUVARD 1834 und MÄDLER 1840 äusserten die Meinung, dass dieses die Folge von Störungen durch einen ausserhalb der Uranusbahn sich bewegenden Planeten wäre. Die Fehler der BOUVARD'schen Tafeln betrugen 1830 bereits 20", 1840 waren dieselben auf 90", 1844 auf 120" angewachsen.

BESSEL veranlasste schon 1838 Untersuchungen über die Ursachen dieser Störungen, die aber nach seinem Tode nicht fortgeführt wurden. Erst 1843 unternahm ADAMS, angeregt durch eine Rede AIRY's und 1845 LE VERRIER auf Veranlassung von ARAGO ausgedehnte Untersuchungen. 1846 Aug. 4 und 12 wurde nun von CHALLIS an einem nach den Berechnungen von ADAMS bestimmten Orte ein sonst nicht beobachtetes Object gefunden; die Reduction der Beobachtungen, welche den planetarischen Charakter des Objects ergeben hätten, wurden aber nicht sofort vorgenommen, und so kam es, dass inzwischen am 23. September desselben Jahres GALLE den Planeten an dem von LE VERRIER berechneten Orte als Stern 8. Grösse mit der eben fertiggestellten, aber noch nicht ausgegebenen Berliner akademischen Sternkarte hora XXI fand. ARAGO, dem LE VERRIER die Benennung des neuen Planeten übertragen hatte, wollte ihn mit dem Namen Le Verrier benennen; doch wurde der Name Neptun, nachdem sich CHALLIS, ADAMS, STRUVE u. a. für diesen entschieden hatten, allgemein angenommen.

Auch Neptun war bereits früher beobachtet worden:

1795 Mai 8 und 10 von LALANDE; erwähnt von PETERSEN Astr. Nachrichten, Bd. 25, pag. 306,

1845 Oktober 25, 1846 Sept. 7 und 11 von LAMONT; erwähnt von HIND, Monthly Notices, Bd. 10, pag. 42 und Bd. 11, pag. 11;

die sofortige Reduction hätte auch hier den planetarischen Charakter des beobachteten Objects unmittelbar feststellen lassen.

Der Durchmesser des Planeten wurde von HIND, CHALLIS, MÄDLER, BOND, LASSELL, O. STRUVE, KAISER u. a. gemessen Im Mittel ergiebt sich für die Entfernung 1 der Werth 2''·761.

Die Masse des Neptun wurde aus der Umlaufszeit seines Trabanten bestimmt. PEIRCE fand[1]) $\frac{1}{18700}$; O. STRUVE[2]) $\frac{1}{14500}$; HIND[3]) $\frac{1}{17900}$; NEWCOMB $\frac{1}{19380}$[4]). SAFFORD berechnete die Masse aus den Störungen des Uranus gleich $\frac{1}{20000}$[5]).

Eine Abplattung des Neptun wurde bisher nicht beobachtet. Die von LASSELL am 3. Oktober 1846 gemachte Beobachtung eines Ringes[6]), obwohl auch anfänglich von CHALLIS wahrgenommen[7]), hat sich nicht bestätigt.

Ueber Flecke, Rotationsdauer und Axenlage ist bisher nichts bekannt.

Schon 1846 Oktober 10, November 11, 30, December 3 sah LASSELL ein den Neptun begleitendes kleines Sternchen; aber erst im folgenden Jahre, 1847 Juli 7, 8, 22, erhielt er die Gewissheit, dass es ein Satellit des Neptun wäre[8]).

---

[1]) Monthly Notices Bd. 8, pag. 128.

[2]) Astr. Nachr. Bd. 27, pag. 74; Compt. rend. Bd. 25, pag. 814.

[3]) Monthly Notices Bd. 9, pag. 202.

[4]) Astr. Nachr. Bd. 36, pag. 208.

[5]) Monthly Notices Bd. 22, pag. 144.

[6]) Astr. Nachr. Bd. 25, pag. 197.

[7]) Astr. Nachr. Bd. 25, pag. 231.

[8]) Astr. Nachr. Bd. 26, pag. 165.

Bond glaubte bald darauf einen zweiten Satelliten gesehen zu haben[1]) und auch Lassell vermuthete (Beobachtung vom 13. August 1850) einen zweiten[2]). Doch bestätigte sich die Vermuthung nicht, und später[3]) wird immer nur noch von einem Satelliten gesprochen, und im Jahre 1853[4]) sprach er sich ganz entschieden dahin aus, dass ein zweiter Satellit, der mit dem einen sicher vorhandenen an Lichtstärke und Grösse vergleichbar wäre, gewiss nicht vorhanden ist.

Während der Beobachtungen des Jahres 1862 hatte Lassell den Eindruck gewonnen, als ob der Satellit in verschiedenen Theilen seiner Bahn verschieden hell wäre[5]), doch ist über eine Rotation noch nichts Gewisses bekannt.

Die ersten Elemente des Satelliten rechnete Peirce unter der Annahme einer direkten Bewegung. Struve[6]) liess die Frage noch unentschieden. Hind vermuthete eine retrograde Bewegung und berechnete Elemente[7]) unter dieser Voraussetzung. Sie wurde auch durch die späteren Untersuchungen von Newcomb bestätigt[8]). Die Neigung der Bahn des Neptunssatelliten weicht von der direkten Bewegung noch stärker ab, wie diejenige der Uranussatelliten; sie ist für jenen 144°.

Nach Pickering's photometrischen Untersuchungen beträgt der Durchmesser des Satelliten etwa 3600 *km*.

Intramercurieller und transneptunischer Planet.

Die von le Verrier gefundene Nichtübereinstimmung der empirisch gefundenen Secularbewegung des Mercurperihels mit der aus theoretischen Untersuchungen sich ergebenden (vergl. die hierüber bereits gemachten Bemerkungen im II. Bande, pag. 396) führten le Verrier zu der Ansicht, dass innerhalb des Mercur noch entweder ein einzelner Planet, oder aber eine grössere Anzahl von Körpern um die Sonne kreisen müssten, durch deren Wirkung jene Störung hervorgerufen würde. Je nach der Nähe dieser Körper zur Sonne werden dieselben eine verschieden rasche Bewegung, also Umlaufszeit haben, und je nach der Lage ihrer Bahn auch zu gewissen Zeiten vor der Sonnenscheibe oder bei Finsternissen in der Nähe der Sonne gesehen werden müssen. Die Nachforschungen nach einem solchen intramercuriellen Planeten erstreckten sich daher nach diesen zwei Richtungen.

Körper vor der Sonnenscheibe wurden schon früher wiederholt gesehen. Nur blieb dabei die Frage offen, ob es wirklich Körper vor der Sonnenscheibe (die Sonne umkreisende Himmelskörper) oder auf der Sonnenscheibe (Sonnenflecke) waren. Letztere legen ihren Weg auf der Sonnenoberfläche (von einem Rande zum andern) in 13 Tagen zurück, Planeten müssen diesen Weg natürlich in viel kürzerer Zeit (in wenigen Stunden) zurückgelegt haben.

C. H. F. Peters beobachtete mehrere Körperchen, die vor der Sonne vorübergingen; er sah aber auch solche vor dem Monde, und glaubt, dass es vorüberfliegende Zugvögel waren[9]).

---

[1]) ibid. Bd. 26, pag. 290.
[2]) Astr. Nachr. Bd. 31, pag. 143.
[3]) ibid. Bd. 32, pag. 241 u. Bd. 36, pag. 93.
[4]) ibid. Bd. 63, pag. 372.
[5]) Astr. Nachr. Bd. 36, pag. 95.
[6]) Astr. Nachr. Bd. 27, pag. 73.
[7]) Astr. Nachr. Bd. 39, pag. 134.
[8]) Monthly Notices Bd. 36, pag. 208.
[9]) Astr. Nachr. Bd. 74, pag. 29.

Eine Zusammenstellung der als Vorübergänge von Himmelskörpern vor der Sonnenscheibe gedeuteten Beobachtungen gab LE VERRIER[1]), welcher die folgenden Daten entnommen sind:

1) 1761 Juni 6; SCHEUTEN in Crefeld bei Düsseldorf; vom Beobachter als der Vorübergang eines Venusmondes vor der Sonne gedeutet.
2) 1762 Ende Februar; JOH. CHRIST. STAUDACHER in Nürnberg.
3) 1762 November 19; von LICHTENBERG mit freiem Auge gesehen; eine Sehne von 70° wurde auf der Sonnenscheibe in 3 Stunden zurückgelegt.
4) 1764 Mai 1 bis 5; von HOFMANN in Georgenthal bei Gotha.
5) 1777 Juni 17; MESSIER. Die Beobachtung erstreckte sich nur über 5 Minuten, giebt also über den Ort des Körpers keinen Aufschluss.
6) 1798 Januar 18; d'ANGOS.
7) 1800 März 29; Pastor FRITSCH zu Quedlinburg. In 6 Stunden wurden $\frac{3}{4}$ der Sonnenscheibe passirt.
8) 1802 Oktober 10; Pastor FRITSCH zu Quedlinburg.
9) 1818 Januar 6; Capt. LOFT in Ipswich.
10) 1819 Juni 26; STARK in Augsburg. Auch von GRUITHUISEN beobachtet; vergl. No. 16.
11) 1819 Oktober 9; STARK in Augsburg.
12) 1820 Febr. 12; STEINHEIL und STARK.
13) 1823 December 23; PONS (durch Sonnenflecke zu erklären).
14) 1826 Juli 31; STARK.
15) 1831; WARTMANN (vergl. v. OPPOLZER in »Astr. Nachr.« Bd. 97, pag. 253).
16) 1834 und 1836; PASTORFF und BUCHHOLZ. In den »Compt. rend.« Bd. 49, pag. 810 führt HERRICK noch eine grössere Anzahl von angeblich einem Planeten angehörigen Beobachtungen von PASTORFF und BUCHHOLZ an; ferner eine vom 26. Juni 1819 von GRUITHUISEN, welche wahrscheinlich mit No. 10 identisch ist.
17) 1839 Oktober 2; DECUPPIS am Collegio Romano.
18) 1845 Mai 11; CAPOCCI (Monthly Notices, No. 549).
19) 1847 Ende Juni und Anfang Juli; SCOTT und WRAY.
20) 1847 Oktober 11; JUL. SCHMIDT.
21) 1849 März 12; SIDEBOTHAM.
22) 1855 Juni 11; RITTER in Porta Danzo bei Neapel.
23) 1857 Sept. 12; OHRT in Wandsbeck (Holstein).
24) 1859 März 26; LESCARBAULT in Orgère (Dep. Eure et Loire). Eintritt $4^h 8^m 11^s$ M. Z. Paris im Positionswinkel 302° 37'·5; Austritt $5^h 25^m 18^s$ M. Z. Paris im Positionswinkel 94° 15'·0.
25) 1862 März 20; LUMMIS in Manchester. In 20^m wurde ein Weg von 12' zurückgelegt.
26) 1865 Mai 8; COUMBARY in Constantinopel. Ein Fleck, der in 48^m von einem Rand zum andern kam.
27) 1869 Juli 5; WEBER in Pekeloh Meteore vor der Sonne (Wochenschrift für Astronomie 1869, pag. 279).
28) 1876 April 4; WEBER (einfache Sonnenflecke).

Insbesondere der Beobachtung von LESCARBAULT am 26. März 1859[2]) wurde wegen ihrer grossen Ausführlichkeit ein bedeutendes Gewicht beigelegt, und

[1]) Compt. rend. Bd. 50, pag. 583.
[2]) Compt. rend. Bd. 50, pag. 43.

ARAGO nannte den vermeintlichen Planeten in seiner Anzeige im Bulletin international de l'Observatoire de Paris 1860: »Planète Lescarbault.«

LE VERRIER rechnete sofort unter der Annahme einer Kreisbahn[1]) Elemente und später[2]) mit Hinzuziehung auch der übrigen Beobachtungen mehrere Bahnen. Wie natürlich ergaben sich verschiedene Bahnen, je nachdem verschiedene von den sehr zahlreichen Beobachtungen combinirt wurden. Die Ursache konnte aber ebensowohl darin gelegen sein, dass die Beobachtungen thatsächlich verschiedenen intramercuriellen Planeten angehörten, als auch dem Umstande, dass sie überhaupt keinem intramercuriellen Planeten angehörten. Diese Frage blieb unentschieden und die Realität des oder der Planeten wurde mehrfach angezweifelt. NEWCOMB[3]) bemerkte 1861, dass ein einzelner Planet von der Albedo des Saturn und $\frac{1}{400}$ seines Durchmessers in der Entfernung 0·15 von der Sonne so glänzen müsste, wie Saturn in der Opposition. Mit der Dichte gleich 120 mal der Saturnsdichte wäre seine Masse noch $\frac{1}{500000}$ der Saturnsmasse. Aber ein Planet, der die von LE VERRIER angezeigte Bewegung des Mercurperihels erzeugen würde, müsste in dieser Entfernung eine Masse gleich $\frac{1}{650}$ der Saturnsmasse besitzen. Es erschien daher wahrscheinlicher, dass man es mit einer grösseren Anzahl kleinerer Planeten zu thun habe, deren Zahl aber dann mehrere hundert betragen müsste. Diese aber würden dann eine Bewegung im Knoten von 34' erzeugen. 1869 machte er dann den Vorschlag[4]), während der Finsternisse die Sonnencorona und die Sonnenumgebung zur Aufsuchung dieses vermeintlichen, Vulcan genannten Planeten zu durchforschen.

Dieser Vorschlag führte 1878 Juli 29 zur vermeintlichen Entdeckung eines bis dahin nicht beobachteten Sternes durch WATSON und SWIFT[5]), wodurch die Lösung der Frage neuerdings in Fluss kam. Zunächst gab GAILLOT[6]) Elemente des Vulcan, und bald darauf[7]) beschäftigte sich auch v. OPPOLZER mit der Frage.

Die Untersuchungen waren aber von einem durchweg negativen Erfolg begleitet, und ist bis jetzt etwas sicheres über einen intramercuriellen Planeten nicht bekannt.

Auch jenseits des Neptun hat man bereits einen weiteren Planeten vermuthet: FORBES in Glasgow aus Störungen von Kometen; BABINET[8]) glaubte, dass die Störungen des Uranus sich durch die Annahme einer einzigen störenden Masse (des Neptun) nicht erklären liessen. Ferner liegen zwei Beobachtungen eines Sternes vom 16. und 22. October 1850 von FERGUSSON vor, welchen dieser bei Gelegenheit seiner Hygieabeobachtungen fand, der aber später nicht wiedergesehen wurde. D'ARREST meinte nun[9]), dass sich dessen Eigenbewegung mit einem Planeten diesseits des Jupiter nicht vereinigen liesse, und dass, wenn die angegebenen Positionen wirklich nicht mit Fehlern behaftet sind, der Planet jenseits des Neptun liegen müsse.

---

[1]) ibid. Bd. 50, pag. 46.
[2]) ibid. Bd. 50, pag. 623, 647 und 723.
[3]) Astronomical Journal Bd. VI, pag. 162.
[4]) American Journal of Sciences and Arts, II. Serie Bd. 47, pag. 413.
[5]) Compt. rend. Bd. 87, pag. 427 und 515; Astron. Nachrichten Bd. 93, pag. 161.
[6]) Compt. rend. Bd. 87, pag. 485.
[7]) Compt. rend. Bd. 88, pag. 26.
[8]) Compt. rend. Bd. 27, pag. 202.
[9]) Astron. Nachrichten Bd. 33, pag. 406.

Allein bisher liegt keinerlei Grund vor, einen Planeten jenseits des Neptun vorauszusetzen. Bei den Schlüssen von BABINET ist, wie LE VERRIER andeutet, die Einbildungskraft viel zu sehr betheiligt, wobei auch, wie aus seiner sehr oberflächlichen Schlussweise folgt, der fehlende Ueberblick über die Grenzen, innerhalb welcher Elemente eines Planeten, der nur in einem sehr kleinen Theile seiner Bahn beobachtet worden, geändert werden können, ohne dass die Beobachtungen wesentlich schlechter dargestellt werden, eine bedeutende Rolle spielt; und bezüglich der Beobachtungen von FERGUSSON scheint der Schluss von D'ARREST, da er sich auf nur zwei Beobachtungen stützt, doch kaum genügend begründet.

Auch NEWCOMB fand bei seinen späteren Untersuchungen, dass man vorläufig die Uranus- sowie die Neptunsorte ohne jedwede Hypothese genügend darstellen kann[1]).

Planetoiden.

Die grosse Lücke zwischen Mars und Jupiter wurde Veranlassung einer Vereinigung von Astronomen unter v. ZACH und SCHRÖTER, welche es sich zum Ziele setzte, die Gegend der Ekliptik systematisch nach dem noch fehlenden Gliede des Sonnensystemes zu suchen. Vierundzwanzig Astronomen sollten sich in diese Aufgabe theilen, und einer derselben war PIAZZI, der brieflich von v. ZACH benachrichtigt wurde. Ehe er aber noch den Brief erhielt, hatte er bereits am 1. Januar 1801 einen Stern achter Grösse gefunden, den er bis zum 11. Januar verfolgte. Am 23. Januar benachrichtigte er ORIANI, am folgenden Tage BODE. Die Briefe kamen aber in Folge der Kriegsunruhen erst am 20. März, bezw. am 5. April an, und so kam es, dass das Gestirn in diesem Jahre nicht weiter beobachtet werden konnte. Anfänglich wurde dasselbe für einen Kometen gehalten; da aber eine Parabel den Beobachtungen nicht genügte, sich hingegen eine Kreisbahn finden liess, welche die Beobachtungen genähert darstellte, so wurde die Annahme, dass man es mit einem Kometen zu thun habe, bald fallen gelassen. Die Kreisbahn versetzte das neue Gestirn zwischen Mars und Jupiter und so war man überzeugt, nunmehr das fehlende Glied in der Kette der Planeten gefunden zu haben[2]). In Folge der Verspätung der Briefe waren die Beobachtungen nur wenig zahlreich und mit Rücksicht auf die Schwäche des Planeten war die Voraussetzung der Wiederauffindung des Gestirnes äusserst gering. Es gelang jedoch GAUSS mit Hilfe seiner zu diesem Zwecke ersonnenen Methode der Bahnbestimmung aus den wenig zahlreichen, und auf einen geringen Theil des Umkreises vertheilten Beobachtungen eine elliptische Bahn zu berechnen, mit Hilfe welcher die Vorausberechnung der Ephemeride den Planetenort so nahe ergab, dass OLBERS den Planeten, welcher den Namen *Ceres* erhielt, gerade ein Jahr nach seiner Entdeckung (am 1. Januar 1802) wieder fand.

Nicht lange Zeit nachher, am 28. März 1802 fand OLBERS ein zweites Gestirn, für welches GAUSS sofort auch nach seiner Methode die Bahn berechnete;

---

[1]) Vergl. die Vierteljahrsschrift der Astron. Gesellschaft I. Bd., pag. 228.

[2]) Es mag auch hier auf das eigenthümliche Missgeschick hingewiesen werden, welches einen der grössten Scholastiker des neunzehnten Jahrhunderts durch diese Planetenentdeckung betraf. HEGEL glaubte nämlich auf dem von ihm betretenen philosophischen Wege den Beweis liefern zu können, dass die Bemühungen der Astronomen zur Auffindung eines Planeten zwischen Mars und Jupiter aussichtslos seien. Das Werk wurde in Bonn 1801 gedruckt, als unglücklicherweise für den Autor bereits die Existenz des als unmöglich zu erweisenden Objektes am Himmel erwiesen war.

auffällig war hierbei die grosse Neigung der Bahn (nahe 35°), welche dieses Gestirn scheinbar doch von den übrigen Planeten trennte. Da aber trotz der grossen Neigung dieser neue Planet, *Pallas*, dem früher entdeckten sehr nahe kam, so nahm OLBERS an, dass es sich in diesem Falle um zwei Fragmente eines und desselben durch äussere Kräfte zertheilten Planeten handelte, wodurch auch das Vorhandensein zweier Planeten an einer Stelle, wo doch nach aller Voraussetzung nur ein Planet hingehörte, gerechtfertigt erschien. Als aber HARDING am 1. September 1804 einen dritten Planeten, *Juno* genannt, entdeckte und OLBERS am 29. März 1807 einen vierten, *Vesta*, von denen wohl noch der dritte, keinesfalls aber der vierte als Bruchstücke desselben Körpers aufgefasst werden konnte, musste doch die Ansicht von der ursprünglichen Existenz nur eines Planeten zwischen Mars und Jupiter aufgegeben werden. Indessen, die Erwartung, dass es noch andere zu dieser Gruppe gehörige Planeten geben könne, blieb vorerst unerfüllt, und durch die nächstfolgenden 38 Jahre gewöhnte man sich daran, den Ring zwischen Mars und Jupiter durch die Bahnen von vier Himmelskörpern eingenommen zu denken.

Erst Ende des Jahres 1845, am 8. Dezember gelang eine neue Planetenentdeckung. Sie wurde von HENCKE in Driesen gemacht, und zwar zum ersten Male nach der bereits erwähnten, bis in die neueste Zeit stets befolgten Methode: durch Vergleich von Sternkarten mit dem Himmel. Von da ab mehrten sich die Entdeckungen von Planetoiden (dieses der Name, welchen die mitunter überaus kleinen Gestirne zwischen Mars und Jupiter erhielten; auch der Name Asteroiden ist vielfach für dieselbe zur Anwendung gekommen) ausserordentlich rasch, so dass deren Zahl bis Ende 1896, mit Ausschluss der nur ein oder zweimal beobachteten, deren Bahn nicht bestimmt werden konnte, auf 436 angewachsen ist. Es wurden entdeckt:

1845	1	1859	1	1872	11	1884	9
1847	3	1860	5	1873	6	1885	9
1848	1	1861	10	1874	6	1886	11
1849	1	1862	5	1875	17	1887	7
1850	3	1863	2	1876	12	1888	10
1851	2	1864	3	1877	10	1889	6
1852	8	1865	3	1878	12	1890	15
1853	4	1866	6	1879	20	1891	21
1854	6	1867	4	1880	8	1892	30
1855	4	1868	12	1881	1	1893	26
1856	5	1869	2	1882	11	1894	22
1857	9	1870	3	1883	4	1895	11.
1858	5	1871	5				

Der erste auf photographischem Wege entdeckte Planet war der von WOLF in Heidelberg am 22. December 1891 entdeckte (323) *Brucia*.

Im Anfange wurden die Planetoiden mit Namen belegt, und jedem, so wie den acht Hauptplaneten ein Zeichen gegeben. In Folge der grossen Zunahme ihrer Zahl erwies sich die von ENCKE zuerst im Berliner Astronomischen Jahrbuch für 1854 gewählte Bezeichnung derselben durch in einen kleinen Kreis eingeschlossene Zahlen sehr vortheilhaft. ENCKE begann dabei die Zählung mit der 1845 von HENCKE entdeckten *Astraea*, welche ursprünglich die Bezeichnung

(1) erhielt. Später wurde der Vorschlag von GOULD, die Zählung von *Ceres* anzufangen[1]) adoptirt, so dass *Astraea* die Nummer (5) erhielt.

Die Zahlen geben im allgemeinen die Reihenfolge der Entdeckung. Da aber ein am 9. September 1857 von GOLDSCHMIDT entdeckter Planet für (41) gehalten wurde, und keine neue Nummer erhielt, dieser Irrthum aber erst Ende 1858 bemerkt worden war, als bereits neue andere Planeten die Nummern (47) bis (55) erhalten hatten, so bekam dieser Planet, *Melete*, die Nummer (56). Später wiederholte sich dieser Vorgang, wie aus der am Ende des Handwörterbuches beigegebenen Tafel der kleinen Planeten ersichtlich ist, noch einige Mal.

Im Anschlusse an die im Artikel »Kometen und Meteore« gegebene Zusammenstellung über die Kometen wurde bereits zum Vergleiche eine ähnliche Zusammenstellung für die Planetoiden, und zwar ebenfalls der bis Ende 1895 entdeckten, gegeben[2]). Nur bezüglich der mittleren Bewegungen mag noch das folgende erwähnt werden: Sie sind

kleiner als			500″	für	5	Planeten
zwischen	500″	und	599″·9	„	11	„
„	600	„	699·9	„	101	„
„	700	„	799·9	„	118	„
„	800	„	899·9	„	78	„
„	900	„	999·9	„	65	„
„	1000	„	1099·9	„	27	„
über	1100	„		„	4	„

Die Grösse und Helligkeit der einzelnen Planeten ist sehr verschieden. Direkte Bestimmungen von Durchmessern wurden wohl auch mehrfach vorgenommen, doch sind die Bestimmungen in Anbetracht der Kleinheit derselben sehr ungenau.

Die Helligkeit der Planeten hängt (abgesehen von der Phase) von der Entfernung der Planeten von der Sonne und Erde ab. Für die Helligkeit war das Verhältniss

$$H = \frac{H_0}{r^2 \Delta^2}$$

angegeben, wobei H_0 die Helligkeit in der Entfernung 1 von der Sonne und von der Erde bedeutet. Ebenso erhält man für die Helligkeit des Planeten in der Entfernung a (halbe grosse Axe) von der Sonne und $a - 1$ von der Erde, d. i. in der mittleren Opposition, wenn man diese als Einheit annimmt

$$H_1 = 1 = \frac{H_0}{a^2 (a - 1)^2},$$

demnach

$$H = \frac{a^2 (a - 1)^2}{r^2 \Delta^2}.$$

An Stelle der Helligkeit des Planeten wird aber die Grösse desselben angegeben. Um die Helligkeit in dieser Skala auszudrücken, ist es erforderlich, das Verhältniss h der Helligkeit zweier aufeinanderfolgender Sternklassen zu kennen.

---

[1]) Astronomical Journal 1852, pag. 80.

[2]) Vergl. II. Bd., pag. 80—82; für 2 im Jahre 1895 entdeckte Planeten, für welche seither elliptische Elemente berechnet wurden, fallen die Neigungen zwischen 5 und 10°; von den Excentricitäten ist eine zwischen 0° und 5°, eine zwischen 5° und 10°.

Nun ist allerdings die Grösse des Sternes ein relativer Begriff, und die Grössenschätzungen verschiedener Beobachter stimmen nicht vollkommen überein, so dass z. B. HERSCHEL Sterne der zwanzigsten Grössenklasse angiebt, während man mit den grössten Fernröhren unserer Zeit etwa bis zur fünfzehnten Grösse gelangt. Die HERSCHEL'sche Skala ist aber von der jetzt allgemein angewendeten, von ARGELANDER in seiner »Bonner Durchmusterung« aufgestellten, etwas verschieden. Für das zuletzt verwendete System ist das Verhältniss der Helligkeit h zweier aufeinanderfolgender Grössenklassen derart, dass[1])

$$\log h = 0{\cdot}40$$

ist. Ist nun m_0 die Grösse des Planeten, welche der Helligkeit 1 entspricht, d. i. die mittlere Oppositionsgrösse, und M die Grösse in der Entfernung r von der Sonne, und Δ von der Erde, so wird

$$m_0 - M = \frac{\log H}{\log h}$$

$$M = m_0 - 2{\cdot}5 \log H$$

oder wenn man für H seinen Werth einsetzt:

$$M = m_0 + 5 \log r\Delta - 5 \log a(a-1).$$

Bezeichnet man die Constante

$$m_0 - 5 \log a(a-1) = g,$$

so wird

$$M = g + 5 \log r\Delta.$$

Der Werth von g kann aus den Beobachtungen selbst nach

$$g = M - 5 \log r\Delta$$

bestimmt werden, und damit erhält man dann die mittlere Oppositionsgrösse m_0 aus:

$$m_0 = g + 5 \log a(a-1).$$

Nebst den Elementen der kleinen Planeten giebt das »Berliner Astron. Jahrbuch« auch die Grössen g und m_0; die mittlere Oppositionsgrösse m_0 giebt einen ungefähren Maassstab für die Grösse der Planeten. Der hellste Planet ist (4) mit $m_0 = 6{\cdot}5$; hierauf folgen:

(1)	mit $m_0 =$	7·4	(15)	mit $m_0 =$	8·6
(2)	„	8·0	(3)	„	8·7
(7)	„	8·4	(8)	„	8·9
(6)	„	8·5	(9)	„	8·9;

Ferner 23 Planeten, für welche m_0 zwischen 9·0 und 9·9 ist; alle anderen sind schwächer als 10^m.

Die Masse der Planetoiden ist demgemäss auch nur sehr gering; daher auch die durch denselben bewirkten Störungen in der Bewegung der nächst gelegenen grossen Planeten Mars und Jupiter und noch viel mehr der übrigen. In ihrer Gesammtheit jedoch bilden die kleinen Planeten ein System, dessen störende Wirkung auf die grossen Planeten, wenigstens bei den secularen Störungen merkliche Beträge geben könnte[2]). Hierzu aber würde nach dem jetzigen Stan

---

[1]) Vergl. v. OPPOLZER, »Lehrbuch zur Bahnbestimmung von Planeten und Kometen«, 2. A. I. Bd., pag. 265.

[2]) Vergl. LE VERRIER, Compt. rend. Bd. 37, pag. 793.

der Dinge zunächst eine umfassende Bearbeitung des Gesammtmateriales erforderlich sein.

Die Berechnung der Bahnen, die Vorausberechnung der Ephemeriden für die grosse Zahl der kleinen Planeten, erfordert selbstverständlich einen nicht unbedeutenden Aufwand an Zeit und Arbeitskraft, sodass an eine zusammenfassende Bearbeitung des Gesammtmaterials bisher nicht gedacht werden konnte. F. TIETJEN hat im »Berliner Astr. Jahrbuch« für 1890 den ersten Schritt zu einer Sichtung gethan, indem er unter der grossen Zahl der kleinen Planeten zunächst drei Gruppen, als zur Bearbeitung zunächst wichtig, hervorhob; nämlich 1) diejenigen, welche der Erde sehr nahe kommen, und sich zur Bestimmung der Sonnenparallaxe besonders eignen; 2) solche, welche dem Jupiter besonders nahe kommen, und zur Bestimmung der Jupitersmasse dienen können, und endlich 3) Planeten, welche eine grosse Helligkeit erlangen und zu photometrischen Untersuchungen geeignet sind. Einen ausführlicheren Plan hat sodann BAUSCHINGER[1]) für die Arbeit aufgestellt. Es sind 129 Planeten, welche bis 1896 in mindestens 6 Oppositionen beobachtet waren, die durch vollständige Störungsrechnungen verbunden sind (Gruppe *A*), 30 andere, welche genügend beobachtet, aber nicht genügend durch die Rechnung verfolgt sind (Gruppe *B*), sodann 113, für welche noch weitere Beobachtungen erforderlich sind (Gruppen *C* und *D*); endlich 57 Planeten, die erst in einer Opposition beobachtet waren (Gruppe *E*); diese sämmtlichen, nebst 14 Planeten, die ebenfalls nur in einer Opposition beobachtet waren aber seither als verloren anzusehen sind, sowie in derselben Weise die meisten der weiteren neu zu entdeckenden Planeten, bilden eine Gruppe, die an sich wenigstens nach dem bisherigen Stande der Frage keine Besonderheiten darbieten, und für welche die Rechnungen durch Bestimmung guter definitiver Elemente, eventuell Tafeln, so weit geführt werden soll, dass ihre Wiederauffindung ohne besondere Mühe jederzeit gesichert wäre. Für 13 Planeten (Gruppe *G*) sind bereits Tafeln berechnet, und 58 Planeten (Gruppe *H*)[2]) bieten insofern ein erhöhtes Interesse, als sie entweder dem Jupiter oder dem Mars sehr nahe kommen, oder aber eine sehr starke Neigung oder Excentricität haben, oder deren mittlere Bewegung in einem nahe commensurabeln Verhältniss zu derjenigen des Jupiter stehen.

1) Dem Jupiter kommen sehr nahe: 153, 190, 279, 334.
2) Dem Mars kommen sehr nahe: 149, 244, 254, 270, 281, 352.
3) Grosse Neigungen haben: 2, 31, 148, 164, 176, 183, 247.
4) Grosse Excentricität haben: 33, 164, 183.
5) Das Verhältniss der mittleren Bewegung zu derjenigen des Jupiter ist nahe 2 für die Planeten: 65, 76, 92, 106, 108, 121, 122, 154, 168, 175, 176, 184, 193, 225, 229, 260, 286, 300, 318, 325, 381.
6) Dieses Verhältniss ist nahe gleich 3 für die Planeten: 11, 17, 19, 42, 46, 79, 89, 118, 126, 138, 170, 178, 189, 198, 232, 248, 262, 292, 329, 335.

Hierzu wären noch die folgenden zehn[3]) hinzuzuziehen:

7) Diejenigen, deren mittlere Bewegung nahe die Hälfte derjenigen des Mars ist: 67, 142, 182.

---

[1]) Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft Bd. 31, pag. 284.

[2]) Nebst einem Planeten aus Gruppe *G*.

[3]) Nebst einem bereits unter 6 angeführten; HALL (Astron. Nachrichten Bd. 86, pag. 327) empfiehlt übrigens für die Bestimmung der Marsmasse die Planeten 20, 60, 83 und 118.

8) Diejenigen, deren mittlere Bewegung nahe der dritte Theil derjenigen des Mars ist: 106, 176, 199, 316.

Für diese Planeten wird eine fortgesetzte Verfolgung durch Beobachtung und Rechnung zur Lösung wichtiger theoretischer Fragen nöthig. Neue Gesichtspunkte eröffneten sich jedoch kürzlich durch die am 13. August 1898 erfolgte Entdeckung eines kleinen Planeten 1898 *DQ*, dessen Bahn zum grössten Theil innerhalb der Marsbahn liegt.

Der Planet, dem der Name Eros gegeben ist, wurde auf photographischem Wege von G. Witt in Berlin[1]) und fast gleichzeitig von Charlois in Nizza[2]) entdeckt. Schon die ersten Beobachtungen zeigten eine auffallend grosse Bewegung in Rectascension, so dass sich bald nach seiner Entdeckung viele Sternwarten mit seiner Verfolgung beschäftigten. Die alsbald von Berberich[3]) gerechneten Elemente sind:

Planet (433), Eros.
Epoche 1898 August 31·5, Mittl. Zeit Berlin.

$M = 220°\ 14'\ 3''\cdot7$	$\varphi = 13°13'3''\cdot8$
$\omega = 178\ \ 28\ \ 26\cdot2$	$\mu = 2010''\cdot131$
$\Omega = 303\ \ 48\ \ 53\cdot0$	$\log a = 0\cdot164521$
$i = 11\ \ 6\ \ 57\cdot1$	$U = 644\cdot7$ Tage.

Hiernach ist seine grosse Halbaxe 1·46057, seine grösste Entfernung von der Sonne 1·7945, seine kleinste 1·2654 Erdbahnhalbaxen, so dass er sich der Erde auf 0·265 Erdbahnhalbaxen nähern kann, während die kleinste Entfernung des Mars von der Erde 0·365 Erdbahnhalbaxen beträgt.

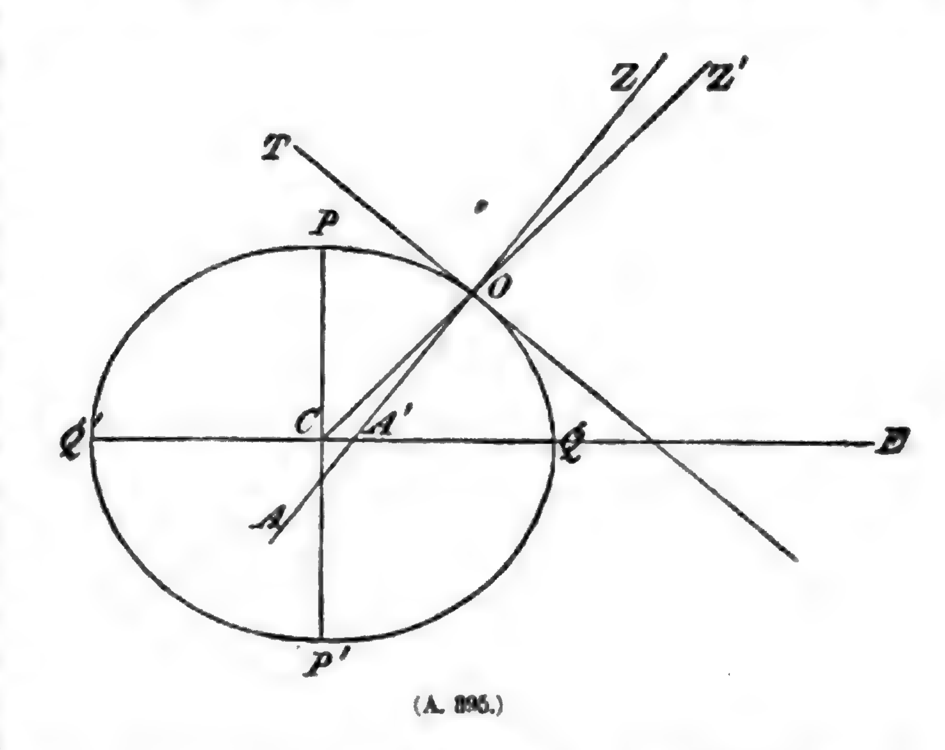
Bemerkenswerth ist noch, dass der Planet in seinen Perihelоppositionen der Sonne bedeutend näher steht als Mars, und seine Bewegung dann rechtläufig bleibt. Seine Bahn liegt innerhalb der Bahnen aller anderen bisher bekannten Planetoiden und kreuzt nur in der Nähe des Aphel die Bahn des Planeten (228) in deren Perihel.

Der Planetoid kann in seiner Erdnähe ziemlich hell werden, und es drängt sich unwillkürlich die Frage auf, warum derselbe früher nicht gesehen wurde. Die Ursache liegt daran, dass er bei der relativ sehr grossen Neigung seiner Bahn in der Erdnähe beträchtlich ausserhalb desjenigen Gürtels steht, in welchem man gewöhnlich die Planetoiden zu suchen pflegte; dieser Grund lässt es wohl auch nicht unwahrscheinlich erscheinen, dass es noch andere Planeten geben könnte, welche sich in ähnlicher Weise der Erde bedeutend nähern können, so dass die Nachforschungen der Astronomen in Zukunft sich auf diese Gegenden werden erstrecken müssen. Denn gerade diese Planetoiden, vorerst also der betrachtete Planet (433), werden in Zukunft ein wichtiges Mittel zur genaueren Bestimmung der Sonnenparallaxe liefern, indem sie den Vortheil der grossen Erdnähe mit dem Mars theilen, diesem gegenüber aber den grossen Vortheil haben, dass sie sich als leicht zu pointirende Punkte, und nicht wie Mars, in Scheibenform darbieten. Wesentlichen Nutzen aus den Beobachtungen der kleinen Planeten wird die Astronomie daher erst in Zukunft schöpfen.

N. Herz.

[1]) Astronom. Nachrichten Bd. 147, pag. 141.
[2]) Astronom. Nachrichten Bd. 147, pag. 175.
[3]) Astronom. Nachrichten Bd. 147, pag. 223.

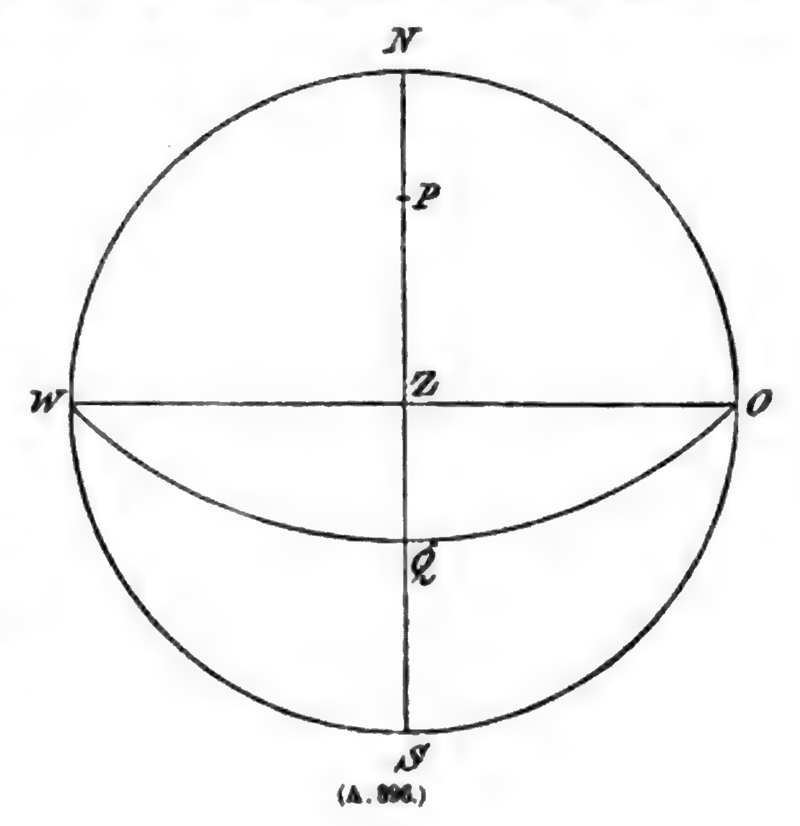
Polhöhe und Polhöhenbestimmung. Die Polhöhe eines Ortes ist gleich der Deklination des Zenithes. Sie ist der Winkel, den die Richtung der Lothlinie mit der Ebene des Aequators bildet und der geographischen Breite gleich. Da die Erde keine vollkommene Kugel ist, sondern ein an den Polen abgeplattetes Sphäroid, so haben wir die geographische von der geocentrischen Breite zu unterscheiden. Da ferner die Lothlinie häufig in Folge von Unregelmässigkeiten in der Dichte und Gestalt der Erde von der Richtung der Normalen abweicht, so ist die geodätische von der astronomischen Breite zu unterscheiden. Hier handelt es sich um die astronomische Breite, welche, wie eben gesagt, die Deklination des durch die Lothlinie angezeigten scheinbaren Zenithes ist. Den Unterschied der geocentrischen und geographischen Breite, welcher bei den parallactischen Rechnungen in Betracht kommt, erläutert Fig. 395. Sei in derselben O ein Punkt der Erdoberfläche, TO die Tangente an den Meridian im Punkt O, AO senkrecht auf OT die Normale im Punkt O; eine die Erdoberfläche in O berührende Ebene ist, wie wir wissen, der Horizont und es giebt daher die Linie AO, senkrecht auf jener Ebene die Verticalrichtung, die Lothlinie im Punkt O an. Sie fällt, wie leicht ersichtlich, mit dem Radius nur



(A. 395.)

am Aequator und an den Polen zusammen. Verlängern wir nun die Linien CO, AO, CQ bis sie die Sphäre in Z, Z', E treffen, so haben wir zunächst in Z das scheinbare oder geographische Zenith, in Z' das geocentrische, ferner den Winkel $ZA'E$ die Deklination des Zenithes oder die geographische Breite, dagegen $Z'CE$ die Deklination des geocentrischen Zenithes oder die geocentrische oder reducirte Breite.

Ferner sei in Fig. 396 $NPZS$ der Meridian, N, S Nord- und Südpunkt, W, O West- und Ostpunkt, WQO



(A. 396.)

der Aequator, P der Pol desselben, dann ist die Deklination des Zenithes Z gleich der geographischen Breite $ZQ = 90° - PZ = PN =$ der Höhe des Pols über dem Horizont.

Zur Bestimmung der Polhöhe dienen sehr verschiedene Methoden. In dem sphärischen Dreieck Pol, Zenith, Stern, wo die einzelnen Seiten $90° - \varphi$, $90° - \delta$, z, und die gegenüberliegenden Winkel q, $180° - a$ und t sind, indem wie üblich

φ die Polhöhe des Beobachtungsortes
δ die Deklination des Sterns
z die Zenithdistanz des Sterns
t den Stundenwinkel des Sterns
a das Azimuth des Sterns
q den parallactischen Winkel des Sterns

bedeuten, haben wir die zwei Gleichungen

$$\cos z = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos t \qquad (1)$$
$$\sin z \cos a = - \sin \delta \cos \varphi + \cos \delta \sin \varphi \cos t \qquad (2)$$

In ihnen sind die Beziehungen zwischen der Polhöhe und Deklination, Stundenwinkel, Zenithdistanz und Azimuth eines bekannten Sterns gegeben. Differenziren wir zuerst Gleichung (1) um zu untersuchen, unter welchen Verhältnissen die Beobachtung am günstigsten wird, d. h. wann ein Fehler in δ, t, z den geringsten Einfluss hat, so kommt

$$- \sin z\, dz = (\sin \varphi \cos \delta - \cos \varphi \sin \delta \cos t)\, d\delta$$
$$- (\sin \varphi \cos \delta \cos t - \cos \varphi \sin \delta)\, d\varphi - \cos \varphi \cos \delta \sin t\, dt$$

woraus unter Benutzung anderer Formeln des gleichen Dreiecks

$$dz = \cos a\, d\varphi - \cos q\, d\delta + \sin a \cos \varphi\, dt$$

oder

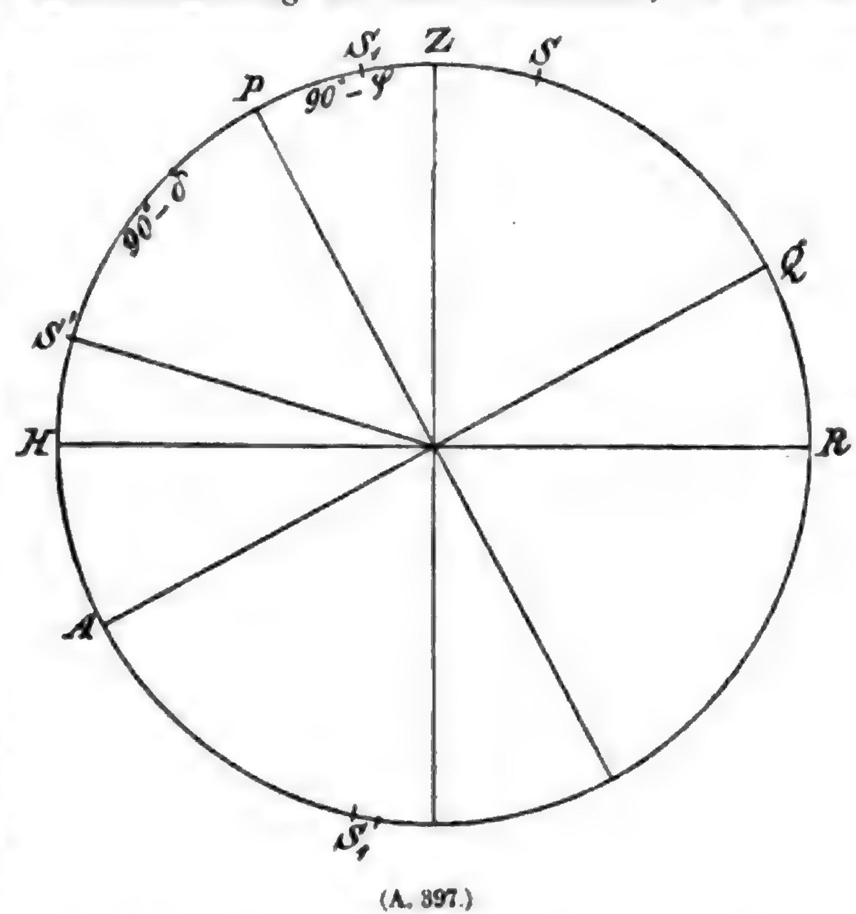
$$d\varphi = dz \sec a + \cos q \sec a\, d\delta - \tang a \cos \varphi\, dt \qquad (3)$$

folgt. Diese Gleichung zeigt nun zunächst deutlich, dass wir in der Bestimmung von φ die etwaigen Fehler auf ihr kleinstes Maass bringen, wenn wir die Sterne im Meridian beobachten, alsdann erreicht $\sec a = \pm 1$ ihr Minimum, und $\tang a$ wird $= 0$, sodass wir von der Zeit (auch von der Rectascension des Sterns) vollkommen unabhängig sind. Setzen wir in der Gleichung (1) $t = 0$, so kommt

$$\cos z = \cos (\varphi - \delta)$$
$$z = \varphi - \delta = \delta - \varphi.$$

Messe ich also an einem genau im Meridian aufgestellten Instrument, insbesondere an einem Meridiankreis die Zenithdistanz eines Sterns mit bekannter Deklination, so ergiebt sich daraus die Polhöhe. Der Fehler im Sternort geht dabei vollständig ins Resultat über. Die Zenithdistanz muss ans Nadir angeschlossen oder der Horizontpunkt auf dem Kreis durch Collimatoren ermittelt werden, und es wird die Unsicherheit in der Beobachtung der Zenithdistanz (durch die Ablesung am Kreise, Theilfehler, Biegung und Refraction) noch durch die der Nullpunktsbestimmung anhaftende Unsicherheit beeinflusst. Man kann sich aber durch eine geeignete Combination der Beobachtungen vom Sternort und auch vom Nullpunkt unabhängig machen. Wie aus Fig. 397 ersichtlich, in welcher der Kreis $PZQRH$ den Meridian, P den Pol des Aequators AQ, Z das Zenith, HR den Horizont, S den Stern bei seinem Meridiandurchgang in oberer Culmination, S' denselben Stern bei seiner unteren Culmination bezeichnen. Ist man die Zenithdistanz z in oberer Culmination $= ZS = \varphi - \delta$, die Zenith-

distanz z' in unterer Culmination $= ZS' = (180 - \varphi - \delta)$. Die halbe Differenz $\frac{1}{2}(z' - z)$, giebt dann $90° - \varphi$. Hier ist also die Declination herausgefallen, aber die Nullpunkts- bezw. Nadirbeobachtung ist nicht vermieden, da zur Ermittlung von z, z' bei der langen Zwischenzeit jedes Mal an sie angeschlossen werden muss; bei dieser Bestimmung wird zugleich, wenn man Polsterne mit beträchtlicher Poldistanz beobachtet, der Einfluss der Refraction erhöht, da bei solchen Sternen die untere Culmination in geringer Höhe eintritt. Wenn wir nun aber denselben Stern bei dem gleichen Meridiandurchgang direkt und reflektirt also im Verlauf kürzester Zwischenzeit beobachten, indem wir das Fernrohr auf einen das Bild des Sternes zurückwerfenden horizontalen Spiegel (Quecksilbergefäss) richten, so wird dabei die Nadirbestimmung unnöthig. Bezeichnet in der Fig. 397 S_1 den Stern bei direkter Beobachtung, S_1' denselben Stern, wie er im Quecksilberspiegel erscheint, so haben wir im ersten Fall die Zenithdistanz $z_1 = S_1 Z = 90° - \varphi - p$ (wo p die Poldistanz des Sterns $= 90° - \delta$), im zweiten Fall $z_1' = S_1'Z = 90° + \varphi + p$; die halbe Differenz, $\frac{1}{2}z_1' - z_1$, ist dann gleich $\varphi + p$.



(A. 397.)

Die Bestimmung im Augenblick des Meridiandurchgangs ist aber natürlich nur eine ganz beschränkte. Die Verbindung der reflektirten und direkten Beobachtungen bei demselben Meridiandurchgang kann überhaupt nur bei den langsam bewegten Polsternen Erfolg haben, aber auch hier muss man die Einstellungen auf die nächste Nähe des Meridians beschränken. Man wird dann Circummeridianzenithdistanzen messen, die auf den Moment des Meridiandurchgangs reducirt werden müssen. Ueberhaupt sind solche Beobachtungen in der Praxis auf den Meridiankreis beschränkt und hier kommt dann die eingehende Behandlung und Untersuchung des Meridiankreises und der mit ihm anzustellenden oder angestellten Beobachtungen in Betracht, wofür der Artikel »Meridiankreis« die nöthigen Directiven giebt. In der Regel, abgesehen also von festen Sternwarten, wird man auf die Benützung transportabler Instrumente (Universal- bezw. Passageninstrument) angewiesen sein, bei denen eine Vervielfältigung der Beobachtung in noch höherem Grade als beim festen Meridiankreis sowohl zur Förderung der Genauigkeit überhaupt, als auch insbesondere zur Elimination des Zenithpunkts verlangt wird. Wir gehen daher auf die Bestimmung der Polhöhe an den genannten transportablen Instrumenten über und behandeln zunächst die Messungen der Zenithdistanzen am Universalinstrument.

Wenn wir die Differentialformel (3) betrachten, so ergiebt sich, dass der Fehler in der Zeit vollständig eliminirt wird, wenn die Einstellungen gleichmässig

östlich und westlich vom Meridian gemacht werden, da alsdann der Coëfficient von dt entgegengesetztes Zeichen erhält. Die Formel lehrt ferner, dass die Fehler in der Zenithdistanz (auch die constanten Fehler am Instrument — Biegung — und die Refraction) grösstentheils aufgehoben werden, wenn mehrere Sterne so ausgesucht werden, dass sie in gleicher Weise nördlich und südlich vom Zenith liegen, wo dann $\sec a$ entgegengesetzte Zeichen erhält. Für den Einfluss des Fehlers in der angenommenen Deklination des Sternes müsste $q = 90°$ und $\sec a$ nicht gleichzeitig unendlich sein, was allerdings nicht im Meridian eintreten kann. Je grösser aber die Deklination ist, desto kleiner bleibt bekanntlich a, selbst in der grössten Digression, und ein Polstern, speciell der Polarstern, wird sich zur Bestimmung der Polhöhe sehr geeignet erweisen. So wird es sich empfehlen, eine Combination aus Zenithdistanzen von Sternen in der Nähe des Aequators bei kleinen Stundenwinkeln auf beiden Seiten des Meridians, und des Polarsternes in jedem Stundenwinkel zu nehmen. Wie gross der Einfluss der Fehler in z, δ, t überhaupt in verschiedenen Stundenwinkeln und Deklinationen für eine mittlere Polhöhe (50°) ist, zeigen am deutlichsten folgende Täfelchen, in denen

$$\text{für} \quad \frac{d\varphi}{dz} = \sec a \qquad dz = 1''$$

$$\text{„} \quad \frac{d\varphi}{d\delta} = \cos q \sec a \qquad d\delta = 1''$$

$$\text{„} \quad \frac{d\varphi}{dt} = -\tan a \cos \varphi \qquad dt = 1^s$$

gesetzt ist und wo die in einzelnen Columnen gemachten Striche anzeigen, dass an dieser Stelle die Differentialausdrücke extreme Werthe annehmen, die einen regelmässigen Gang der Differenzen nicht mehr erkennen lassen.

1) $\frac{d\varphi}{dz}$ für $dz = 1''$

t \ δ	−30°	−20°	−10°	0°	+10°	+20°	+30°	+40°	+45°	+50°	+55°	+60°	+70°	+80°	+85°	[illegible]
0h	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	[illegible]
1	1·03	1·04	1·05	1·06	1·08	1·12	1·22	1·63	2·81	—	1·76	1·22	1·03	1·00	1·00	[illegible]
2	1·11	1·14	1·19	1·25	1·35	1·53	1·98	4·05	—	4·89	2·20	1·50	1·10	1·01	1·00	[illegible]
3	1·26	1·35	1·47	1·64	1·93	2·51	4·24	—	6·64	3·31	2·13	1·59	1·15	1·03	1·01	[illegible]
4		1·72	2·01	2·47	3·36	5·86	—	5·65	3·63	2·47	1·91	1·55	1·18	1·04	1·01	[illegible]
5			3·39	4·97	11·00	—	5·66	2·76	2·39	1·97	1·67	1·45	1·17	1·04	1·01	[illegible]
6				—	8·83	4·38	2·87	2·11	1·85	1·64	1·47	1·34	1·15	1·04	1·01	[illegible]
7							1·97	1·65	1·52	1·42	1·32	1·24	1·11	1·03	1·01	[illegible]
8							1·52	1·37	1·31	1·25	1·20	1·16	1·08	1·02	1·01	[illegible]
9								1·19	1·16	1·14	1·11	1·09	1·05	1·01	1·00	[illegible]
10								1·08	1·07	1·06	1·05	1·04	1·02	1·01	1·00	[illegible]
11								1·02	1·02	1·01	1·01	1·01	1·01	1·00	1·00	[illegible]
12								1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	[illegible]

2) $\frac{d\varphi}{d\delta}$ für $d\delta = 1''$

$t \backslash \delta$	−30°	−20°	−10°	0°	+10°	+20°	+30°	+40°	+45°	+50°	+55°	+60°	+70°	+80°	+85°	+90°
0	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	1″·00	−1″·00	−1″·00	−1″·00	−1″·00	−1″·00	−1″·00
1	1·01	1·02	1·03	1·04	1·05	1·06	1·10	1·25	1·54	1·00	−0·68	−0·83	−0·92	−0·95	−0·96	−0·97
2	1·05	1·08	1·11	1·15	1·21	1·31	1·52	2·35	—	1·00	−0·11	−0·44	−0·72	−0·80	−0·84	−0·87
3	1·12	1·20	1·29	1·41	1·60	1·95	2·93	—	1·69	1·00	+0·31	0·04	−0·39	−0·59	−0·65	−0·71
4		1·43	1·66	2·00	2·63	4·33	—	3·19	1·71	1·00	0·56	+0·28	−0·09	−0·33	−0·42	−0·50
5			2·67	3·86	—	—	3·86	1·69	1·35	1·00	0·73	0·52	+0·20	−0·05	−0·16	−0·26
6					6·72	3·27	2·06	1·42	1·19	1·00	0·84	0·68	0·43	+0·21	+0·11	0·00
7							1·51	1·23	1·11	1·00	0·90	0·80	0·62	0·45	0·35	+0·26
8							1·26	1·12	1·06	1·00	0·94	0·89	0·76	0·64	0·57	0·50
9								1·06	1·02	1·00	0·97	0·94	0·87	0·79	0·75	0·71
10								1·02	1·01	1·00	0·99	0·98	0·96	0·91	0·89	0·87
11								1·01	1·00	1·00	1·00	0·99	0·99	0·98	0·97	0·97
12								1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00	1·00

3) $\frac{d\varphi}{dt}$ für $dt = 1'$

$t \backslash \delta$	−30°	−20°	−10°	0°	+10°	+20°	+30°	+40°	+45°	+50°	+55°	+60°	+70°	+80°	+85°	+90°
0	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00
1	2·25	2·56	2·92	3·38	3·98	4·94	6·76	12·42	—	–	13·95	6·69	2·43	0·84	0·38	0·00
2	4·67	5·37	6·21	7·28	8·76	11·24	16·50	—	–	46·20	18·90	10·73	4·47	1·62	0·72	0·00
3	7·47	8·79	10·38	12·59	15·91	22·17	39·75	—	—	30·39	18·15	11·93	5·56	2·19	0·99	0·00
4		13·53	16·80	21·79	30·90	45·73	—	—	33·60	21·78	15·60	11·43	6·05	2·56	1·02	0·00
5			—	—	—	—	—	24·80	21·00	16·40	12·90	10·19	5·94	2·70	1·03	0·00
6							25.95	17·88	16·20	12·59	10·50	8·67	5·46	2·64	1·03	0·00
7							16·35	12·63	11·10	9·66	8·40	7·10	4·74	2·43	1·02	0·00
8							11·07	9·06	8·10	7·28	6·45	5·58	3·90	2·07	1·01	0·00
9								6·30	5·70	5·22	4·65	4·13	2·95	1·64	0·86	0·00
10								4·01	3·75	3·38	3·00	2·72	1·98	1·12	0·60	0·00
11								1·95	1·80	1·65	1·50	1·35	0·99	0·57	0·31	0·00
12								0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00

Um nun die in der Nähe des Meridians vor und nach dem Durchgang des Sternes durch den Meridian selbst gemachten Zenithdistanzen auf den Durchgang zu reduciren, setzen wir in der Gleichung (1) $\cos t = 1 - 2 \sin^2 \frac{1}{2} t$, dann kommt

$$\cos z = \cos z_0 - 2 \cos \varphi \cos \delta \sin^2 \tfrac{1}{2} t,$$

wo z_0 die Zenithdistanz im Meridian, $\varphi - \delta$, bedeutet. Setzen wir hier

$$2 \cos \varphi \cos \delta \sin^2 \tfrac{1}{2} t = y,$$

so ist

$$\cos z = \cos z_0 - y,$$

wo z_0 constant und z eine Function von y ist. Auf diese Formel die MACLAURIN-sche Reihe angewandt, erhalten wir die Reihe

$$z_0 = z - \frac{\cos\varphi\cos\delta}{\sin z_0}\,\frac{2\sin^2\frac{1}{2}t}{\sin 1''} + \left(\frac{\cos\varphi\cos\delta}{\sin z_0}\right)^2 \frac{2\,cotang\,z_0 \sin^4\frac{1}{2}t}{\sin 1''} -$$

$$- \left(\frac{\cos\varphi\cos\delta}{\sin z_0}\right)^3 \cdot \frac{4}{3}\left(\frac{1 + 3\,cotang^2 z_0}{\sin 1''}\right)\sin^6\tfrac{1}{2}t + \ldots\ldots,$$

welche zuerst von DELAMBRE gegeben wurde. Setzen wir in derselben

$$m = \frac{2\sin^2\frac{1}{2}t}{\sin 1''} \qquad n = \frac{2\sin^4\frac{1}{2}t}{\sin 1''}$$

$$A = -\frac{\cos\varphi\cos\delta}{\sin z_0} \qquad B = A^2\,cotang\,z_0,$$

so haben wir für die Reduction auf den Meridian mit Vernachlässigung der Glieder höherer Potenz als der vierten von $\sin\frac{1}{2}t$ folgende gebräuchliche und bequeme Formel

$$z_0 = z + Am + Bn.$$

Diese Vernachlässigung kann man sich aber, wie gleich gezeigt werden wird, immer erlauben, wenn man t klein genug, d. h. im allgemeinen nicht grösser als 10 Minuten in Zeit östlich und westlich wählt. Mit einem genähert bekannten φ berechnet man sich nun leicht z_0 und damit die Ausdrücke A, B, die für den Beobachtungsort Constanten sind. Für m und n (manchmal $\frac{1}{2}m$) bezw. die Logarithmen dieser Grössen sind mehrfach Tafeln gerechnet, die die Reduction ausserordentlich einfach machen. Sie finden sich auch im Anhang dieses Werkes.

Passirt der Stern den Meridian in unterer Culmination, so hat man in der obigen Gleichung für $\cos t$ nur $-\cos t$ zu setzen, im übrigen bleiben die Substitutionen genau dieselben und die Formel für die Reduction auf den Meridian in unterer Culmination lautet

$$z_0 = z - Am + Bn.$$

Es ist nun beim wiederholten Einstellen, wo man das Fernrohr im Azimuth, also um die Verticalaxe nachzudrehen hat, manchmal angenehm, die Zenithdistanz bezw. das Azimuth an den Kreisen einstellen zu können, sodass man den Stern dann gleich wieder im Gesichtsfeld hat. Abends wird zwar in der Regel das langsame Weiterdrehen des Fernrohrs im Sinne der scheinbaren täglichen Bewegung genügen, um den beobachteten Stern wieder zu finden, da er seine Zenithdistanz in der Nähe des Meridians langsam ändert, am Tage aber kann man das oft lichtschwache Sternchen dabei leicht verlieren, insbesondere beim Umlegen oft kostbare Zeit einbüssen. Man erhält nun aus dem obigen sphärischen Dreieck

$$\sin a = \frac{\cos\delta\sin t}{\sin z}$$

und indem man, in der Nähe des Meridians $z = \varphi - \delta$, dann für $\sin a$ und $\sin t$ die Bögen selbst setzt

$$a = \frac{\cos\delta}{\sin(\varphi - \delta)}\,t^m.$$

Will man dann a in Bogenminuten haben, so hat man den in Zeitminuten ausgedrückten Stundenwinkel noch mit 15 zu multipliciren. Ebenso giebt die

Formel für die Reduction der Zenithdistanzen auf den Meridian, wenn wir nur das zweite Glied berücksichtigen, und auch hier für den Sinus des halben Stundenwinkels den Bogen setzen, ausserdem alles in Bogenminuten ausdrücken

$$z = \varphi - \delta + \frac{\cos\varphi \cos\delta}{\sin(\varphi - \delta)} \frac{t^{m2} \sin 1'}{2} \cdot 15^2,$$

wenn wir das letzte Glied in Bogensecunden haben wollen, ist der Werth desselben noch mit 60 zu multipliciren.

Folgende beiden Täfelchen geben diese genäherten Werthe der Einstellung für verschiedene Polhöhen. Hat man z. B. für die Polhöhe 49° (Karlsruhe), und den Stern α Tauri (+ 16° 18′) und α Can. maj. (— 16° 34′) bei 10 *m* Stundenwinkel einzustellen, so findet man für ersteren $a = 26'{\cdot}7 \times 10 = 4° 27'$ und $z = 32° 42' + 2''{\cdot}29 \times 100 = 32° 45'{\cdot}8$, für letzteren $a = 15{\cdot}8 \times 10 = 2° 38'$ und $z = 65° 34' + 1''{\cdot}36 \times 100 = 65° 36'{\cdot}3$.

$15 \cos\delta \,\mathrm{cosec}(\varphi - \delta) \cdot t^m$ in Bogenminuten.

δ \ φ	40°	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°
− 20°	16·3	16·1	16·0	15·8	15·7	15·5	15·4	15·3	15·2	15·1	15·0	14·9	14·8	14·7	14·7	14·6	14·5
18	16·8	16·6	16·5	16·3	16·2	16·0	15·9	15·7	15·6	15·5	15·4	15·3	15·2	15·1	15·0	14·9	14·8
16	17·4	17·2	17·0	16·8	16·6	16·5	16·3	16·2	16·0	15·9	15·8	15·7	15·5	15·4	15·3	15·3	15·2
14	18·0	17·8	17·6	17·4	17·2	17·0	16·8	16·6	16·5	16·3	16·2	16·1	15·9	15·8	15·7	15·6	15·5
12	18·6	18·4	18·1	17·9	17·7	17·5	17·3	17·1	16·9	16·8	16·6	16·5	16·3	16·2	16·1	15·9	15·8
10	19·3	19·0	18·7	18·5	18·3	18·0	17·8	17·6	17·4	17·2	17·1	16·9	16·7	16·6	16·4	16·3	16·2
8	20·0	19·7	19·4	19·1	18·8	18·6	18·4	18·1	17·9	17·7	17·5	17·3	17·1	17·0	16·8	16·7	16·5
6	20·7	20·4	20·1	19·8	19·5	19·2	18·9	18·7	18·4	18·2	18·0	17·8	17·6	17·4	17·2	17·1	16·9
4	21·5	21·2	20·8	20·5	20·1	19·8	19·5	19·3	19·0	18·7	18·5	18·3	18·0	17·8	17·6	17·5	17·3
2	22·4	22·0	21·6	21·2	20·8	20·5	20·2	19·9	19·6	19·3	19·0	18·8	18·5	18·3	18·1	17·9	17·7
0	23·3	22·9	22·4	22·0	21·6	21·2	20·8	20·5	20·2	19·9	19·6	19·3	19·0	18·8	18·5	18·3	18·1
+ 2	24·3	23·8	23·3	22·8	22·4	22·0	21·6	21·2	20·8	20·5	20·2	19·9	19·6	19·3	19·0	18·8	18·5
4	25·5	24·9	24·3	23·8	23·3	22·8	22·4	21·9	21·5	21·2	20·8	20·5	20·1	19·8	19·5	19·3	19·0
6	26·7	26·0	25·4	24·8	24·2	23·7	23·2	22·7	22·3	21·9	21·5	21·1	20·7	20·4	20·1	19·8	19·5
8	28·0	27·3	26·6	25·9	25·3	24·7	24·1	23·6	23·1	22·6	22·2	21·8	21·4	21·0	20·6	20·3	20·0
10	29·5	28·7	27·9	27·1	26·4	25·7	25·1	24·5	24·0	23·5	23·0	22·5	22·1	21·7	21·3	20·9	20·5
12	31·2	30·3	29·3	28·5	27·7	26·9	26·2	25·6	25·0	24·4	23·8	23·3	22·8	22·4	21·9	21·5	21·1
14	33·2	32·1	31·0	30·0	29·1	28·3	27·5	26·7	26·0	25·4	24·8	24·2	23·6	23·1	22·6	22·2	21·7
16	35·4	34·1	32·9	31·8	30·7	29·7	28·8	28·0	27·2	26·5	25·8	25·1	24·5	24·0	23·4	22·9	22·4
18	38·1	36·5	35·1	53·7	32·5	31·4	30·4	29·4	28·5	27·7	26·9	26·2	25·5	24·9	24·3	23·7	23·2
20	41·2	39·3	37·6	36·1	34·7	33·4	32·2	31·0	30·0	29·1	28·2	27·4	26·6	25·9	25·2	24·6	24·0
+21	43·0	40·9	39·1	37·4	35·8	34·5	33·2	32·0	30·8	29·8	28·9	28·0	27·2	26·4	25·7	25·0	24·4
22	45·0	42·7	40·7	38·8	37·1	35·6	34·2	32·9	31·7	30·6	29·6	28·7	27·8	27·0	26·2	25·5	24·9
23	47·2	44·7	42·4	40·4	38·5	36·9	35·3	33·9	32·7	31·5	30·4	29·4	28·5	27·6	26·8	26·1	25·3
24	49·7	46·9	44·3	42·1	40·1	38·2	36·6	35·1	33·7	32·4	31·3	30·2	29·2	28·3	27·4	26·6	25·9
25	52·5	49·3	46·5	44·0	41·8	39·8	37·9	36·3	34·8	33·4	32·2	31·0	29·9	29·0	28·0	27·2	26·4
26	55·7	52·1	48·9	46·1	43·6	41·4	39·4	37·6	36·0	34·5	33·1	31·9	30·7	29·7	28·7	27·8	27·0
27	59·4	55·8	51·6	48·5	45·7	43·2	41·0	39·1	37·3	35·7	34·2	32·9	31·6	30·5	29·4	28·5	27·6
28	63·7	58·9	54·7	51·2	48·3	45·3	42·9	40·7	38·7	37·0	35·4	33·9	32·5	31·3	30·2	29·2	28·2
29	68·8	63·1	58·3	54·2	50·7	47·6	44·9	42·5	40·3	38·4	36·6	35·0	33·6	32·2	31·0	29·9	28·9
30	74·8	68·1	62.5	57·7	53·7	50·2	47·1	44·4	42·0	39·9	38·0	36·2	34·7	33·2	31·9	30·7	29·6

$2 \cdot 15^3 \cdot \cos\varphi \cos\delta \operatorname{cosec}(\varphi - \delta) t^{m\,2} \sin 1'$ in Bogensecunden.

δ \ φ	40°	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°
−20°	1·63	1·59	1·55	1·51	1·48	1·44	1·40	1·37	1·33	1·30	1·26	1·23	1·19	1·16	1·13	1·10	1·06
18	1·69	1·64	1·60	1·56	1·52	1·48	1·44	1·41	1·37	1·33	1·30	1·26	1·22	1·19	1·15	1·12	1·09
16	1·74	1·70	1·65	1·61	1·57	1·53	1·49	1·45	1·41	1·37	1·33	1·29	1·25	1·22	1·18	1·15	1·11
14	1·80	1·76	1·71	1·66	1·62	1·57	1·53	1·49	1·44	1·40	1·36	1·32	1·28	1·25	1·21	1·17	1·13
12	1·87	1·82	1·76	1·71	1·67	1·62	1·57	1·53	1·48	1·44	1·40	1·36	1·32	1·28	1·24	1·20	1·16
10	1·93	1·88	1·82	1·77	1·72	1·67	1·62	1·57	1·52	1·48	1·44	1·39	1·35	1·31	1·26	1·22	1·18
8	2·00	1·94	1·89	1·83	1·77	1·72	1·67	1·62	1·57	1·52	1·47	1·43	1·38	1·34	1·29	1·25	1·21
6	2·08	2·01	1·95	1·89	1·83	1·78	1·72	1·67	1·61	1·56	1·51	1·47	1·42	1·37	1·33	1·28	1·24
4	2·16	2·09	2·02	1·96	1·90	1·84	1·78	1·72	1·66	1·61	1·56	1·51	1·45	1·41	1·36	1·31	1·26
2	2·25	2·17	2·10	2·03	1·96	1·90	1·83	1·77	1·71	1·66	1·60	1·55	1·49	1·44	1·39	1·34	1·29
0	2·34	2·26	2·18	2·11	2·03	1·96	1·90	1·83	1·77	1·70	1·65	1·59	1·53	1·48	1·43	1·38	1·32
+ 2	2·44	2·35	2·27	2·19	2·11	2·03	1·96	1·89	1·83	1·76	1·70	1·64	1·58	1·52	1·46	1·41	1·36
4	2·55	2·46	2·37	2·28	2·19	2·11	2·03	1·96	1·89	1·82	1·75	1·69	1·62	1·56	1·50	1·45	1·39
6	2·68	2·57	2·47	2·37	2·28	2·19	2·11	2·03	1·95	1·88	1·81	1·74	1·67	1·61	1·54	1·49	1·43
8	2·81	2·69	2·58	2·48	2·38	2·28	2·19	2·11	2·02	1·94	1·87	1·79	1·72	1·65	1·59	1·53	1·46
10	2·96	2·83	2·71	2·60	2·49	2·38	2·29	2·19	2·10	2·02	1·93	1·85	1·78	1·71	1·64	1·57	1·50
12	3·13	2·99	2·85	2·73	2·61	2·49	2·39	2·28	2·19	2·09	2·01	1·92	1·84	1·76	1·69	1·62	1·55
14	3·33	3·17	3·02	2·87	2·74	2·62	2·50	2·39	2·28	2·18	2·09	1·99	1·91	1·82	1·74	1·67	1·59
16	3·56	3·37	3·20	3·04	2·89	2·75	2·62	2·50	2·38	2·27	2·17	2·07	1·98	1·89	1·80	1·72	1·64
18	3·82	3·61	3·41	3·23	3·07	2·91	2·76	2·63	2·50	2·38	2·27	2·16	2·06	1·96	1·87	1·78	1·70
20	4·13	3·89	3·66	3·45	3·26	3·09	2·92	2·77	2·63	2·50	2·37	2·26	2·14	2·04	1·94	1·84	1·76
+21	4·31	4·04	3·80	3·58	3·37	3·19	3·01	2·85	2·70	2·56	2·43	2·31	2·19	2·08	1·98	1·88	1·79
22	4·51	4·22	3·96	3·72	3·50	3·29	3·11	2·94	2·78	2·63	2·49	2·36	2·24	2·13	2·02	1·92	1·82
23	4·74	4·41	4·13	3·87	3·63	3·41	3·21	3·03	2·86	2·71	2·56	2·42	2·30	2·18	2·06	1·96	1·86
24	4·99	4·63	4·31	4·03	3·77	3·54	3·33	3·13	2·95	2·79	2·63	2·49	2·35	2·23	2·11	2·00	1·89
25	5·27	4·87	4·52	4·21	3·93	3·68	3·45	3·24	3·05	2·87	2·71	2·56	2·41	2·28	2·16	2·04	1·93
26	5·59	5·15	4·76	4·41	4·11	3·83	3·58	3·36	3·15	2·96	2·79	2·63	2·48	2·34	2·21	2·09	1·97
27	5·96	5·46	5·02	4·64	4·30	4·00	3·73	3·49	3·27	3·06	2·88	2·71	2·55	2·40	2·27	2·14	2·02
28	6·39	5·82	5·33	4·90	4·52	4·19	3·90	3·63	3·39	3·17	2·98	2·79	2·62	2·47	2·33	2·19	2·07
29	6·89	6·23	5·67	5·19	4·77	4·41	4·08	3·79	3·53	3·29	3·08	2·89	2·71	2·54	2·39	2·25	2·12
30	7·50	6·73	6·08	5·53	5·06	4·65	4·29	3·97	3·68	3·43	3·20	2·99	2·80	2·62	2·46	2·31	2·17

Es ist nun von Wichtigkeit, einen genauen Anhalt zu haben, wie weit man ausserhalb des Meridians die Beobachtungen anstellen darf, um die oben angezeigte Vernachlässigung begehen, eventuell sich auf das Glied 2. Ordnung beschränken zu dürfen. Bezeichnen wir zunächst das Glied 4. Ordnung oder B_m mit b, dann ist

$$\sin^2 \tfrac{1}{2} t = \frac{\sqrt{\tfrac{1}{2}\, b \tan z_0 \sin 1''}}{A}.$$

Nehmen wir nun für b einen bestimmten Werth an, so können wir für die verschiedenen φ und δ die Grösse $\sin^2 \frac{1}{2} t$ oder t berechnen. Ebenso ergiebt sich, wenn wir das Glied 6. Ordnung von $\sin \frac{1}{2} t$, oder

$$\tfrac{4}{3}\left(\frac{1 + 3 \operatorname{cotang}^2 z_0}{\sin 1''}\right) A^3 \sin^6 \tfrac{1}{2} t$$

mit c bezeichnen

$$\sin^2 \tfrac{1}{2} t = \frac{1}{A} \sqrt[3]{\frac{3 c \sin 1''}{4(1 + 3 \operatorname{cotang}^2 z_0)}}.$$

Sei b und $c = 0''\cdot 01$, so zeigen folgende beide Täfelchen, welche mit dem Argument Polhöhe und Zenithdistanz den Werth von t angeben, wie weit man im Stundenwinkel gehen darf, wenn man keinen merkbaren Fehler durch Vernachlässigung von b bezw. c begehen will.

Tafel I, für b

φ \ z	75°	65°	55°	45°	35°	25°	15°	5°	5°	15°	25°	35°	45°
35°	$9^m\cdot 8$	$7^m\cdot 8$	$6^m\cdot 5$	$5^m\cdot 4$	$4^m\cdot 4$	$3^m\cdot 4$	$2^m\cdot 4$	$1^m\cdot 1$	1 ·2	$2^m\cdot 9$	$4^m\cdot 8$	$7^m\cdot 7$	$12^m\cdot 9$
45	10·0	8·1	6·8	5·7	4·8	3·8	2·7	1·3	1·4	3·5	7·0	11·4	
55	10·6	8·8	7·5	6·4	5·4	4·4	3·2	1·5	1·7	5·0	9·7		
65	12·1	10·1	8·8	7·6	6·5	5·4	4·0	2·0	2·2	7·7			

Tafel II, für c

φ \ z	75°	65°	55°	45°	35°	25°	15°	5°	5°	15°	25°	35°	45°
35°	$31^m\cdot 7$	2[illegible]·4	$23^m\cdot 6$	$19^m\cdot 6$	$15^m\cdot 9$	$12^m\cdot 2$	$8^m\cdot 2$	$3^m\cdot 4$	$3^m\cdot 6$	$9^m\cdot 9$	$17^m\cdot 1$	$27^m\cdot 2$	$46^m\cdot 8$
45	32·0	[illegible]	24·8	20·9	17·3	13·4	9·2	3·9	4·3	12·1	22·3	41·7	
55	34·2	30·8	27·3	23·4	19·6	15·5	10·8	4·7	5·4	16·2	34·6		
65	39·0	35·6	32·1	28·0	23·8	19·2	13·8	6·3	7·6	26·5			

Man muss also in der That in der Auswahl der zu beobachtenden Sterne recht vorsichtig sein, in den wenigsten Fällen wird man das Glied b unberücksichtigt lassen, dagegen sich von den Gliedern c und gar höherer Ordnung unschwer frei machen können.

Was nun Beobachtungen auf der Nordseite des Meridians betrifft, so eignet sich ganz besonders der Polarstern zu den Polhöhenbestimmungen, einmal seiner grossen Deklination wegen, in Folge deren er sich stets nur wenig vom Meridian entfernen kann, sodann weil er als Stern 2. Grösse schon in mässigen Fernrohren den ganzen Tag über gesehen werden kann. In Meridiankreisen gewöhnlicher Grösse wird auch schon δ Urs. min. zu den Polhöhenbestimmungen mit Vortheil herangezogen werden, doch muss bei diesen fest im Meridian aufgestellten Instrumenten die nicht genau am Mittelfaden gemachte Einstellung nach der an anderer Stelle gegebenen Formel auf den Meridian reducirt werden.

Man kann die Beobachtungen des Polarsterns nun bequem und vollkommen strenge nach der den Circummeridianbeobachtungen der Südsterne zu Grunde gelegten Formel reduciren, auch in den meisten Fällen schon den abgekürzten Ausdruck

$$z_0 = z - \frac{2\cos\varphi\cos\delta}{\sin\frac{1}{2}(z_0 + z)}\sin^2\tfrac{1}{2}t$$

anwenden. Bezeichnet man die Reduction auf den Meridian $z - z_0$ oder $z_0 - z$ mit x, so kann man auch schreiben (indem man obere und untere Culmination, wo ja $\varphi = \delta - z_0$, bezw. $= 180° - (z_0 + \delta)$ ist, unterscheidet):

$$\text{O. C.} \quad \sin\tfrac{1}{2}x = \frac{\cos\varphi\cos\delta\sin^2\frac{1}{2}t}{\sin(\delta - \varphi + \frac{1}{2}x)} = \frac{\cos\varphi\cos\delta\sin^2\frac{1}{2}t}{\sin\frac{1}{2}(\delta - \varphi + z)}$$

$$\text{U. C.} \quad \sin\tfrac{1}{2}x = \frac{\cos\varphi\cos\delta\sin^2\frac{1}{2}t}{\sin(\varphi + \delta + \frac{1}{2}x)} = \frac{\cos\varphi\cos\delta\sin^2\frac{1}{2}t}{\cos\frac{1}{2}(\varphi + \delta - z)},$$

wo dann der Uebergang des Sinus x auf den Bogen selbst wieder unter Benutzung von Hilfstafeln wesentlich erleichtert wird.

In beliebigen Stundenwinkeln und bei ganz unbekannter Polhöhe kann man sich der strengen Formel

$$\cos(\varphi - N) = \frac{\sin N \cos z}{\sin\delta}$$

wo

$$\tang N = \tang\delta \sec t$$

ist, bedienen, die aber zur scharfen Berechnung die grossen (7—8stelligen) Logarithmentafeln erfordert. Die Formel entsteht sofort, wenn in der Grundformel

$$\cos z = \sin\delta \sin\varphi + \cos\delta \sos\varphi \cos t$$
$$\sin\delta = n \sin N \qquad \cos\delta \cos t = n \cos N$$

gesetzt wird. Der Bedeutung der Grösse $(\varphi - N)$ entsprechend besteht dann auch die Gleichung

$$\cotang z = -\cotang(N - \varphi)\cos a,$$

und wenn man sich für verschiedene Polhöhen, z. B. 30°, 40°, 50°, 60° Zenithdistanz und Azimuth nach ihren Maximalwerthen berechnet, so findet sich leicht, dass $N - \varphi$ von z höchstens um 24″, 36″, 51″, 78″ abweichen, also N auch um nicht mehr von $\varphi + z$ verschieden sein kann.

Nun giebt aber die geringe Poldistanz von *α Ursae minoris* noch andere kürzere Methoden, wenn man Reihen entwickelt, die nach Potenzen der Poldistanz p fortschreiten. Solche Reihen sind in verschiedenen Formen aufgestellt. Der Polarstern ändert seine Zenithdistanz sehr langsam und sie wird stets nicht viel von der Polhöhe des Beobachtungsorts abweichen. Bezeichnen wir diese Abweichung, die im Maximum $= p$ werden kann, mit x, so haben wir

$$\varphi = (90 - z) + x$$

und

$$\cos z = \sin(\varphi - x).$$

Nun ist nach obiger Gleichung für $\cos z$

$$\sin\varphi \cos x - \cos\varphi \sin x = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos t,$$

woraus

$$\sin x = -\sin p \cos t - \tang\varphi(\cos p - \cos x).$$

Führen wir für sinus und cosinus von x und p die Reihen ein, so kommt mit Vernachlässigung der Grössen, welche höherer Ordnung als p^3 sind,

$$x = -p\cos t + \tfrac{1}{2}p^2 \sin 1'' \tang\varphi + \tfrac{1}{6}p^3 \sin^2 1'' \cos t - \tfrac{1}{2}x^2 \sin 1'' \tang\varphi + \tfrac{1}{6}x^3 \sin^2$$
$$= -p\cos t + \tfrac{1}{2}p^2 \sin 1'' \tang\varphi \sin^2 t + \tfrac{1}{6}p^3 \sin^2 1'' \sin^2 t \cos t \frac{1 + 2\sin^2\varphi}{\cos^2\varphi}$$
$$= -p\cos t + C,$$

wo

$$C = \sin^2 t \left\{\tfrac{1}{2}p^2 \sin 1'' \tang\varphi + \tfrac{1}{6}p^3 \sin^2 1'' \cos t \frac{1 + 2\sin^2\varphi}{\cos^2\varphi}\right\},$$

welche Reihe von LITTROW herrührt. Setzt man in derselben

$$M = \tfrac{1}{2}p^2 \sin 1'' \tang\varphi$$
$$N = \tfrac{1}{6}p^3 \sin^2 1'' \frac{1 + 2\sin^2\varphi}{\cos^2\varphi},$$

so erhalten wir den folgenden äusserst einfachen Ausdruck:

$$\varphi = (90 - z) - p\cos t + \sin^2 t(M + N\cos t),$$

in welchem M und $N\cos t$ leicht in Tafeln gebracht werden können, wie vom Verfasser, von ALBRECHT und anderen gegeben sind. In verschiedenen astronomischen Tafelsammlungen (Nautical Almanac u. A.), werden alljährlich Tafeln gegeben, die in bequemer Form die Berechnung der Polhöhe gestatten

so lange eine Genauigkeit von 1—2″ genügt. Dieselben verwenden nur die ersten Glieder der Reihe bis einschliesslich der 2. Potenz von p. Im Nautical Almanac giebt z. B. eine Tafel I, »die erste Correction«, mit dem Argument der Sternzeit der Beobachtung von 10 zu 10 Zeitminuten den Werth $-p\cos t$, eine Tafel II, die »zweite Correction«, mit dem doppelten Argument der Sternzeit (von 30 zu 30 Zeitminuten) und der Höhe des Polarsterns (von 5 zu 5 Grad) den Werth $\frac{1}{2}p^2 \sin^2 t \sin 1'' \tang\varphi$, und zwar für einen mittleren Werth der Poldistanz und Rectascension. Da nun dieser mittlere Werth von dem wahren Werth am Beobachtungstage abweicht, so ist eine dritte Tafel hinzugefügt, welche als »dritte Correction« dieser Variation Rechnung trägt, und zwar mit dem doppelten Argument der Sternzeit (von 2 zu 2 Stunden), und dem Datum der Beobachtung (von Monat zu Monat). Um diese dritte Correction, die nur etwa 40″ im Maximum betragen kann, stets bei der Berechnung additiv zu machen, ist der Tafelwerth um 1′ vergrössert.

Will man nun volle Genauigkeit erreichen, so darf man natürlich bei diesen ersten Gliedern nicht stehen bleiben. Ja, es können unter Umständen Glieder höherer Ordnung von Einfluss werden. Entwickeln wir die Reihe weiter, so lauten die Glieder 4. Ordnung:

$$P = \frac{1}{24} p^4 \sin^3 1'' \tang\varphi \{4(2 + 3\tang^2\varphi) - 3\sin^2 t(3 + 5\tang^2\varphi)\} \sin^2 t.$$

Durch Differentiation und Trennung der einzelnen Theile dieses Gliedes, findet sich, dass es zunächst für den ersten Theil mehrere relative Maxima giebt, welche bei etwa $t = 42°$, $138°$, $222°$, $318°$ liegen und $\frac{2}{27} p^4 \sin^3 1'' \tang\varphi$ betragen. Der 2. Theil erreicht Maximalwerthe für $t = 90°$ und $270°$ im Betrage von $\frac{1}{8} p^4 \sin^3 1'' \tang^3\varphi$, und secundäre (etwas geringere) Maxima für $t = 39°$, $141°$, $219°$, $321°$. Berechnet man nun für $p = 1° 13' 0''$ und verschiedene Polhöhen die numerischen Beträge der Grenzwerthe, welche diese einzelnen Glieder erreichen können, so findet sich, dass für

	die Glieder 2. Ordn.	3. Ordn.	4. Ordn. *a*	4. Ordn. *b*
$\varphi = 30°$	26″·85	0″·25	0″·002	0″·001
40°	39·02	0·39	0·003	0·003
50°	55·42	0·67	0·004	0·009
60°	80·55	1·27	0·005	0·027

werden können. Es ergiebt sich also hieraus, dass wenn man die Rechnung auf 0″·01 durchführen will, man schon in mittleren Breiten eigentlich das Glied 4. Ordnung berücksichtigen muss. Man kann nun aber insofern gerne bei den Gliedern 3. Ordnung stehen bleiben, als man die einzelnen Einstellungen nebst Ablesungen doch kaum genauer als auf 0″·4—0″·5 sicher erhält. Will man aber trotzdem die Rechnungsgenauigkeit auf 0″·01 treiben, so genügt es durch Entnahme des Betrages dieser Glieder aus einem kleinen Täfelchen in Form einer Correction die Vernachlässigung in der Hauptrechnung zu beseitigen. Für den übrigen Theil der Formel ist, wie schon angedeutet, zur Berechnung die Benutzung von Hilfstafeln, und zwar einer solchen in folgender Form sehr zu empfehlen, insbesondere wo es sich um längere Beobachtungsreihen handelt. Das Glied $p\cos t$ ist stets 6stellig direkt zu berechnen. M kann man einer Tafel entnehmen, die für eine bestimmte Poldistanz p_0 gerechnet ist, indem man diesen Tafelwerth noch mit einem Faktor $\frac{p^2}{p_0^2}$ multiplicirt, wo dann p die für den Beobachtungstag gültige Poldistanz bezeichnet, um das ebenfalls für

diesen Tag gültige M zu erhalten. Aehnlich entnimmt man einer zweiten Tafel mit dem Argument t (Stundenwinkel), den Werth $N_0 \cos t$, den man wiederum durch Multiplikation mit $\frac{p^3}{p_0^3}$ in $N \cos t$ verwandelt. Die Summe dieser beiden Grössen, $M + N \cos t$, ist dann nur noch mit $\sin^2 t$ zu multipliciren, wozu 5-, häufig 4stellige Logarithmen genügen. In dieser Form sind die Tafeln ursprünglich vom Verfasser für alle Polhöhen von 36—64° in grosser Ausführlichkeit gegeben, sodann hat ALBRECHT sie für 30—63° in noch wesentlich compendiöserer Gestalt berechnet, indem hier die Formel

$$\varphi = 90° - z - p \cos t + M \sin^2 t + N$$

angewandt wurde, sodass nun gleich M mit $\sin^2 t$ multiplicirt erscheint und N mit dem Argument t vollständig entnommen werden kann. Die rasche Aenderung der Poldistanz des Polarsterns nöthigt zu einer ziemlich häufigen Umrechnung solcher Generaltafeln. Die zuerst genannten Tafeln hatten als Poldistanz $p = 1° 23' 0''$ angenommen und sind veraltet, die ALBRECHT'schen in der neuesten Form gelten für $p = 1° 13'' 0''$ und sind mit den Hilfsgrössen $\frac{p^2}{p_0^2}$ und $\frac{p^3}{p_0^3}$ bis zu einer Poldistanz $p = 1° 10' 0''$ verwendbar, das ist etwa bis zum Jahre 1910. Um einen Ueberblick zu geben, wie einfach sich mit diesen Tafeln die Rechnung gestaltet, fügen wir hier die Werthe für die Polhöhen von 44—58° zugleich mit den Faktoren $\frac{p^2}{p_0^2}$ und $\frac{p^3}{p_0^3}$ für $p = 1° 13'$ bis $1° 10'$, also für die Deklinationen 88° 47' 0'' bis 88° 50' 0'' in zum Theil abgekürzter Form bei. Auch in dieser Gestalt wird die Tafel in den meisten Fällen, insbesondere bei Anlage von Specialtafeln, für den praktischen Gebrauch ausreichen.

Tafel für $M_0 = \frac{1}{2} p_0^2 \sin 1'' \tang \varphi$ $p_0 = 1° 13' 0''$ $\delta_0 = 88° 47' 0''$.

φ	M_0	φ	M_0	φ	M_0	φ	M_0	φ	M_0
44° 0'	44''·91	47° 0'	49''·87	50° 0'	55''·42	53° 0'	61''·71	56° 0'	68''·95
10	45·17	10	50·16	10	55·75	10	62·09	10	69·38
20	45·43	20	50·46	20	56·08	20	62·47	20	69·82
30	45·70	30	50·75	30	56·41	30	62·85	30	70·26
40	45·97	40	51·05	40	56·75	40	63·23	40	70·71
50	46·23	50	51·35	50	57·09	50	63·62	50	71·16
45 0	46·50	48 0	51·65	51 0	57·43	54 0	64·01	57 0	71·61
10	46·78	10	51·95	10	57·77	10	64·40	10	72·07
20	47·05	20	52·26	20	58·12	20	64·80	20	72·53
30	47·32	30	52·56	30	58·46	30	65·20	30	73·00
40	47·60	40	52·87	40	58·81	40	65·60	40	73·47
50	47·88	50	53·18	50	59·17	50	66·01	50	73·94
46 0	48·16	49 0	53·50	52 0	59·52	55 0	66·42	58 0	74·42
10	48·44	10	53·81	10	59·88	10	66·83	10	74·91
20	48·72	20	54·13	20	60·24	20	67·24	20	75·40
30	49·01	30	54·45	30	60·61	30	67·66	30	75·89
40	49·29	40	54·77	40	60·97	40	68·09	40	76·39
50	49·58	50	55·10	50	61·34	50	68·52	50	76·89
47 0	49·87	50 0	55·42	53 0	61·71	56 0	68·95	59 0	77·40

Tafel für $N_0 = \frac{1}{6} p_0^3 \sin^3 1'' (1 + 3 \tan^2 \varphi) \sin^2 t \cos t \quad p_0 = 1° 13' 0'' \quad \delta = 88° 47' 0''$.

t \ φ	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	
+																	−
0ʰ 0ᵐ	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00	12ʰ 0ᵐ
30	0·02	0·02	0·02	0·02	0·03	0·03	0·03	0·03	0·03	0·04	0·04	0·04	0·04	0·05	0·05	0·05	30
1 0	0·08	0·09	0·09	0·09	0·10	0·11	0·11	0·12	0·13	0·13	0·14	0·15	0·16	0·17	0·19	0·20	11 0
30	0·17	0·18	0·19	0·20	0·21	0·22	0·23	0·25	0·26	0·28	0·30	0·32	0·34	0·36	0·39	0·42	30
2 0	0·27	0·29	0·30	0·32	0·34	0·35	0·38	0·40	0·42	0·45	0·48	0·51	0·54	0·58	0·62	0·66	10 0
30	0·37	0·39	0·41	0·43	0·45	0·48	0·51	0·54	0·57	0·61	0·65	0·69	0·73	0·79	0·84	0·90	30
3 0	0·44	0·46	0·49	0·52	0·55	0·58	0·61	0·65	0·69	0·73	0·78	0·83	0·88	0·94	1·01	1·08	9 0
30	0·48	0·50	0·53	0·56	0·59	0·53	0·66	0·70	0·75	0·79	0·84	0·90	0·96	1·02	1·09	1·17	30
4 0	0·47	0·49	0·52	0·55	0·58	0·61	0·65	0·69	0·73	0·78	0·83	0·88	0·94	1·00	1·07	1·15	8 0
30	0·41	0·43	0·45	0·48	0·51	0·53	0·57	0·60	0·64	0·68	0·72	0·77	0·82	0·87	0·93	1·00	30
5 0	0·30	0·32	0·34	0·35	0·37	0·40	0·42	0·44	0·47	0·50	0·53	0·57	0·60	0·64	0·69	0.74	7 0
30	0·16	0·17	0·18	0·19	0·20	0·21	0·22	0·24	0·25	0·27	0·28	0·30	0·32	0·34	0·37	0·39	30
6 0	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	6 0

Für die um 12 Stunden grösseren Stundenwinkel gelten dieselben Werthe jedoch mit entgegengesetztem Zeichen. Der Werth für N ist positiv im 1. und 4. Quadranten, negativ im 2. uud 3., numerisch sind die Werthe im 1. und 3. bezw. im 2. und 4. Quadranten einander gleich.

Tafel für $\frac{p^2}{p_0^2}$ und $\frac{p^3}{p_0^3}$.

Decl.	$\frac{p^2}{p_0^2}$	$\frac{p^3}{p_0^3}$	Decl.	$\frac{p^2}{p_0^2}$	$\frac{p^3}{p_0^3}$	Decl.	$\frac{p^2}{p_0^2}$	$\frac{p^3}{p_0^3}$
88° 47′ 0″	1·0000	1·000	88° 48′ 0″	0·9728	0·960	88° 49′ 0″	0·9460	0·920
10	0·9954	0·993	10	0·9683	0·953	10	0·9415	0·914
20	0·9909	0·986	20	0·9638	0·946	20	0·9371	0·907
30	0·9863	0·980	30	0·9593	0·940	30	0·0327	0·901
40	0·9818	0·973	40	0·9549	0·933	40	0·9283	0·894
50	0·9773	0·966	50	0·9504	0·926	50	0·9239	0·888
88 48 0	0·9728	0·960	88 49 0	0·9460	0·920	88 50 0	0·9195	0·882

Andere Reihenentwickelungen, die zur Anlage von Tafeln geeignet oder auch sonst für die Reduction bequem sind, giebt es verschiedene, es mögen hier nur kurz die von Petersen erwähnt werden, welche ursprünglich in den Warnstorf-Schumacher'schen Hilfstafeln veröffentlicht wurden. Petersen geht ebenfalls von einem bestimmten Werth der Poldistanz p_0 aus und schreibt dann die Formel folgendermaassen:

$$\varphi = 90° - z - \frac{p}{p_0}\left(p_0 \cos t + \tfrac{1}{3} p_0^3 \cos t \sin^2 t\right) - \tfrac{1}{3}\frac{p}{p_0}\left(\frac{p^2}{p_0^2} - 1\right) p_0^3 \cos t \sin^2 t$$
$$+ \frac{p^2}{p_0^2} \operatorname{cotang} z \left\{\tfrac{1}{2} p_0^2 \sin^2 t + \tfrac{1}{24} p_0^4 \sin^2 t (5 \sin^2 t - 4 \cos^2 t)\right\} + \tfrac{1}{8}\frac{p^4}{p_0^4} p_0^4 \sin^{4} t \operatorname{cotang}^3 z$$

und führt dann folgende Bezeichnungen ein:

$$\frac{p}{p_0} = A, \quad p_0 \cos t + \tfrac{1}{3} p_0^3 \cos t \sin^2 t = \alpha, \quad \tfrac{1}{3} A (A^2 - 1) p_0^3 \cos t \sin^2 t = \gamma$$
$$\tfrac{1}{2} p_0^2 \sin^2 t + \tfrac{1}{24} p_0^4 \sin^2 t (5 \sin^2 t - 4 \cos^2 t) = \beta$$
$$\tfrac{1}{8} A^4 p_0^4 \sin^4 t \operatorname{cotang}^3 z = \tfrac{1}{2} A^4 \beta^2 \operatorname{cotang}^3 z = \mu,$$

wodurch

$$\varphi = 90° - \alpha - A\alpha - \gamma + A^2 \beta \operatorname{cotang} z + \mu$$

wird. Durch Tafeln giebt er die Grössen α, β mit dem Argument t, γ mit dem Argument p und t, und μ mit den Argumenten $A^2\beta$ *cotang* $z = y$ und $90° - z$.

Was nun die Anstellung der Beobachtungen betrifft, so möge auch hier wieder, wie in ähnlichen Fällen, der Instruction des Königlich Preussischen Geodätischen Instituts gefolgt werden.

Die Messungen sind zur Elimination der Biegung auf den Polarstern und 4 Südsterne von nahezu gleicher Zenithdistanz wie die des Polarsternes auszudehnen. Letztere Bedingung erfüllen Sterne, deren Declination $\delta = 2\varphi - 90°$, von diesem Normalwerth sollte man sich nicht weiter als um $\pm 10°$ entfernen. Während die Beobachtungen der Südsterne möglichst symmetrisch zum Meridian auszuführen und auf kleine Stundenwinkel zu beschränken sind, ist beim Polarstern solche Einschränkung nicht nöthig; dagegen ist hier thunlich darauf Bedacht zu nehmen, dass sich die Beobachtungen gleichmässig auf diametrale Stellen seiner Bahn vertheilen, was durch Verbindung von Beobachtungen am Abend und Morgen erreicht wird. Danach sind auch die Südsterne so zu wählen, dass womöglich 2 Sterne am Abend, 2 am Morgen culminiren.

Es sind die Beobachtungen auf die verschiedenen Kreisstände zu vertheilen, sodass nach einem vollständigen Satz der Kreis um eine bestimmte Anzahl Grade gedreht wird, 30° oder 45°; es müssen soviele vollständige Sätze beobachtet werden, dass durch die Kreisdrehung der Kreis auf die erste Stellung zurückgeführt wird. Ein vollständiger Satz wird gebildet durch je eine Beobachtungsreihe des Polarsterns und je eine von 2 Südsternen am Abend und Morgen. Dabei sind die Beobachtungen des Polarsternes innerhalb jeder Reihe auszudehnen auf 2 Zenithdistanzmessungen bei Kreislage Ost, 4 bei Kreislage West, und nochmals 2 in der ersten Kreislage; bei den Südsternen sollten jeweils 3 Messungen in der einen und ebenso viele in der anderen Kreislage ausgeführt werden, die möglichst gleichmässig vor und nach dem Meridiandurchgang liegen.

Die Einstellung geschieht bei genügender Helligkeit des Sterns am besten auf einen der Horizontalfäden, es ist dann immer auf denselben Faden zu pointiren; ausserdem muss der Stern dann zwischen den beiden verticalen Mittelfäden stehen. Wie in dem das Universalinstrument behandelnden Artikel angegeben, wird die Horizontalstellung des die Ablesemikroskope am Höhenkreis tragenden Armes durch ein Höhenniveau controlirt. Die Ablesung desselben ist jeweils vor und nach der Ablesung des Kreises vorzunehmen. Zur Ermittlung der Refraction sind das Barometer und inneres wie äusseres Thermometer in nicht zu langen Zwischenräumen abzulesen.

Die Berechnung erfolgt dann in der Weise, dass zunächst die Mikroskopablesungen wenn nöthig um den Fehler des *Run* korrigirt, dann die Mittel der beiden Ablesungen gebildet und dieses um die Angabe des Höhenniveaus verbessert wird. Nach genäherter Berücksichtigung des Zenithpunktfehlers wird aus der Zenithdistanz die Strahlenbrechung berechnet und an erstere angebracht. Die Beobachtungszeit ist durch Addition des für diese Zeit geltenden Uhrstandes in wahre Sternzeit umzuwandeln und dann unter Verwendung der scheinbaren Rectascension der Stundenwinkel abzuleiten. Mit diesem werden dann den Tafeln für den Polarstern die erforderlichen Reductionen entnommen, bezw. die Beobachtungen der Südsterne auf den Meridian reducirt. Danach werden zu strenger Elimination des Zenithpunktfehlers die Beobachtungen bei Kreis West einzeln mit dem nächstliegenden bei Kreis Ost verbunden und alsdann die arithmetischen Mittel für jeden Stern gebildet. Vereinigt man hierauf die

Ergebnisse der verschiedenen Sätze und Stände für einen und denselben Stern zu einem Mittelwerth φ, so liefert, wenn man den definitiven Werth der Polhöhe mit φ_0 und die Biegung im Horizont mit b bezeichnet, jeder Stern eine Gleichung von der Form

$$\varphi_0 = \varphi \mp b \sin z$$

wo sich das obere Zeichen auf den Polarstern, das untere auf den Südstern bezieht. Aus diesen Gleichungen ist dann, eventuell nach der Methode der kleinsten Quadrate, der Biegungscoëfficient b zu ermitteln, und danach die Bestimmung aus den einzelnen Sternen zu corrigiren, aus deren innerer Uebereinstimmung dann auf die wirkliche Sicherheit des Resultats Schlüsse gezogen werden können.

Was nun die Entnahme der scheinbaren Oerter der Sterne aus den Ephemeridensammlungen betrifft, so ist noch zu untersuchen, welchen Einfluss die tägliche Aberration ausübt, da in den Sternörtern selbst nur die Präcession, Nutation und jährliche Aberration Berücksichtigung finden. An die Rectascension und Declination des beobachteten Sternes sind für die tägliche Aberration folgende Correctionen anzubringen:

$$d\alpha = -0''\!\cdot\!32 \cos\varphi \sec\delta \cos t = -\lambda \sec\delta \cos t$$
$$d\delta = -0''\!\cdot\!32 \cos\varphi \sin\delta \sin t = -\lambda \sin\delta \sin t.$$

Durch Differentiation und einfache Beziehungen in den Grundgleichungen des sphärischen Dreieck Pol, Zenith, Stern findet sich dann

$$dz = 0''\!\cdot\!32 \cos\varphi \sin a \cos z.$$

Für Aequatorsterne ist nun dz an und für sich unbedeutend, da wir in kleinen Azimuthen beobachten, durch die Beobachtungen zu beiden Seiten des Meridians verschwindet es aber vollständig. Bei den Beobachtungen des Polarsterns wird $\sin a$ ebenfalls nicht gross, im Maximum in den mittleren Breiten nur etwa den Betrag $\frac{1}{20}$ erreichen, daher $dz = 0''\!\cdot\!016 \cos\varphi \cos z$; nun ist aber $\cos z$ nie viel von $\sin\varphi$ verschieden und daher dz approximativ $= 0''\!\cdot\!008 \sin 2\varphi$. Der Maximalfehler beträgt also kaum $0''\!\cdot\!01$ und kann man daher von der Berücksichtigung der täglichen Aberration bei diesen Beobachtungen absehen.

Bei Beobachtungen der Sonne ist zur Reduction der Circummeridianzenithdistanzen auf den Meridian noch auf die veränderliche Deklination Rücksicht zu nehmen. Es kann das in verschiedener Art geschehen. Erstens man berechnet für jede einzelne Zenithdistanz die für die Zeit der Beobachtung gültigen Deklinationen und rechnet dann mit diesen nach den pag. 445 gegebenen Formeln die Reduction und erhält, da

$$z_0 = \varphi - \delta = z + Am + Bn$$

war, die Einzelwerthe

$$\varphi = \delta' + z' + Am' + Bn'$$
$$\varphi = \delta'' + z'' + Am'' + Bn''$$
$$\varphi = \delta''' + z''' + Am''' + Bn'''$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Nimmt man unter Voraussetzung von n Beobachtungen gleich das Mittel, so ist dann

$$\varphi = \frac{1}{n}(\delta' + \delta'' + \delta''' + \ldots) + \frac{1}{n}(z' + z'' + z''' + \ldots) + \frac{1}{n}A(m' + m'' + m''' + \ldots)$$
$$+ \frac{1}{n}B(n' + n'' + n''' + \ldots)$$

und man kann bei den geringen Unterschieden in der Zeit dabei ohne Bedenken für das Mittel aus den einzelnen Deklinationswerthen gleich die Deklination anwenden, die für das Mittel der Beobachtungszeiten gilt und auch das Mittel der m und n berechnen. Dabei entgeht man allerdings dem Vortheil, aus der Uebereinstimmung der Einzelwerthe auf etwaige Unrichtigkeiten in der Rechnung oder Beobachtung schliessen zu können. Zweitens — und das ist mehr zu empfehlen — reducirt man nicht auf den Moment des Meridiandurchgangs, sondern auf den der grössten Höhe der Sonne, wozu man die an anderer Stelle (I, pag. 661, 62) gegebene Berechnung für dieselbe anwendet. Es ist dann jedoch der dort gefundene Ausdruck mit entgegengesetztem Zeichen zu nehmen. Nennt man nämlich die Veränderung der Deklination in 48 Stunden μ, und drücken wir den Stundenwinkel t in Stunden aus, und nennen die für den Meridiandurchgang gültige Deklination δ_0, so ist, wenn wir beim ersten Glied der Reduction stehen bleiben

$$\varphi = z + \delta_0 + \frac{\mu}{48} - \frac{\cos\varphi\cos\delta}{\sin(\varphi - \delta)}\, 2\sin^2 \tfrac{1}{2}t$$

$$= z + \delta_0 - \frac{\cos\varphi\cos\delta}{\sin(\varphi - \delta)}\, 2\sin^2 \tfrac{1}{2}(t + y),$$

indem wir μ mit t in Verbindung bringen. Daraus wird

$$y = -\frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\varphi\cos\delta} \cdot \frac{206265}{3600 \cdot 15} \cdot \frac{\mu}{48}$$

oder wenn y in Zeitsecunden ausgedrückt werden soll,

$$y = -\frac{206265}{3600 \cdot 15^2} \cdot \frac{\mu}{48} \cdot \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\varphi\cos\delta} = 0{\cdot}00530\,\mu(\tang\varphi - \tang\delta),$$

d. i. derselbe Ausdruck wie I, pag. 662, wo $\frac{d\delta}{dt}$ das Verhältniss der Aenderung der Deklination zu der des Stundenwinkels und $d\delta$ selbst die Veränderung der Deklination in der Zeitsecunde war. Man hat also mit der für die Culmination selbst gültigen Deklination zu rechnen, dabei aber nun nicht die Stundenwinkel vom Meridiandurchgang an zu zählen, sondern vom Augenblick der grössten Höhe.

Es wäre vielleicht hier der geeignete Ort, noch die verschiedenen Methoden anzuführen, die sich auf die Messungen von Zenithdistanzen aus mehreren Sternen gründen. Da dieselben aber gleichzeitig die Bestimmung der Zeit gestatten und in der Praxis zum Theil wenigstens häufiger für letztere Zwecke als für den der Polhöhenbestimmung zur Verwendung gelangen, so mag, um Wiederholungen zu vermeiden, für dieselben auf den Artikel »Zeitbestimmung« verwiesen sein.

Wir geben nun ein vollständiges Beispiel, nämlich 1) eine Beobachtungsreihe des Polarsterns, 2) eine solche von Südsternen mit deren Reductionen. Dieselben sind den Arbeiten des Königlich Preussischen Geodätischen Instituts aus dem Jahre 1881 entnommen.

Die Beobachtungen wurden auf dem Gollenberg bei Cöslin in der Zeit vom 14. Juni bis 1. Juli angestellt und es kam dabei ein Universalinstrument mit 13zölligem Kreis und 70facher Vergrösserung zur Anwendung. Zur Elimination der Theilfehler wurden die Beobachtungen auf 4 äquidistante Stände des Verticalkreises gleichmässig vertheilt und zu Ermittlung der Biegung der Polarstern einerseits, und die Sterne α, β Leonis, β Pegasi, α Andromedae, anderer

seits eingestellt. An dieser Stelle genügt es natürlich, die Beobachtungen nur eines Tages mitzutheilen.

Die scheinbaren Oerter der benutzten Sterne waren:

	Polaris		α Leonis	
Juni 16	$\alpha = 1^h\, 15^m\, 9^s{\cdot}43$	$\delta = 88^\circ\, 40'\, 23''{\cdot}41$		
17	10·26	23·35	$\alpha = 10^h\, 2^m\, 3^s{\cdot}93$	$\delta = +12^\circ\, 32'\, 41''{\cdot}89$
18	11·11	23·27	3·92	41·96

	β Leonis		α Pegasi	
Juni 17	$\alpha = 11^h\, 43^m\, 1^s{\cdot}74$	$\delta = +15^\circ\, 14'\, 2''{\cdot}63$	$\alpha = 22^h\, 58^m\, 52^s{\cdot}73$	$\delta = 14^\circ\, 34'\, 5''{\cdot}26$
18	1·72	2·72	52·75	5·44

	α Andromedae	
Juni 17	$\alpha = 0^h\, 2^m\, 16^s{\cdot}72$	$\delta = +\, 28^\circ\, 26'\, 5''{\cdot}88$
18	16·78	6·18.

a. Polaris.

1881	Kreis-lage	Sternzeit der Beobachtung	Beobachtete Zenithdistanz	Refraction	Reduction auf d. Complement d. Polhöhe bez. den Meridian	Polhöhen aus den einzelnen Beobacht.	Polhöhen aus beiden Kreislagen
Juni 16	W	0ʰ 20ᵐ 33ˢ·43	34° 29′ 36″·00	+39″·55	+1° 17′ 17″·26	54° 12′ 27″·19	54° 12′ 27″·66
(Morgens)	W	23 0·43	29 24·30	39·54	17 29·44	26·72	27·55
	O	26 16·13	29 7·35	39·53	17 44·75	28·37	
	O	28 49·43	28 56·25	39·52	17 56·11	28·12	
	O	31 0·43	28 47·50	39·51	18 5·31	27·68	
	O	33 7·43	28 39·00	39·50	18 13·83	27·67	
	O	35 7·43	28 31·65	39·49	18 21·49	27·37	
	W	38 33·43	28 19·25	39·47	18 33·79	27·49	27·43
	W	40 46·43	28 12·55	39·46	18 41·15	26·84	27·26
	W	42 54·43	28 5·40	39·45	18 47·81	27·34	27·61
Juni 17	W	10 58 4·43	36 53 1·60	+42·79	−1 6 10·82	54 12 26·43	54 12 26·68
(Abends)	W	11 0 22·42	53 27·10	42·80	6 36·92	27·02	27·25
	O	3 33·92	54 2·20	42·81	7 12·49	27·48	
	O	5 48·92	54 27·35	42·82	7 37·10	26·93	
	O	7 50·93	54 49·50	42·82	7 59·01	26·69	
	O	10 6·93	55 13·05	42·83	8 23·06	27·18	
	O	12 4·93	55 34·50	42·83	8 43·62	26·29	
	W	15 21·94	56 6·75	42·84	9 17·26	27·67	26·98
	W	17 34·94	56 30·25	42·84	9 39·52	26·43	26·81
	W	19 54·94	56 52·35	42·85	10 2·52	27·32	27·01

b. α Pegasi.

1881	Kreis-lage	Sternzeit der Beobachtung	Beobachtete Zenithdistanz	Refraction	Reduction auf d. Complement d. Polhöhe bez. den Meridian	Polhöhen aus den einzelnen Beobacht.	Polhöhen aus beiden Kreislagen
Juni 16	O	22 46 56·91	39 41 38·45	+48·09	−0 4 7·74	54 12 24·06	
(Morgens)	O	49 25·91	40 5·35	48·03	2 35·39	23·25	
	O	52 22·11	38 45·50	47·98	1 13·82	24·92	
	O	55 21·41	37 52·95	47·93	0 21·61	24·53	
	W	58 48·41	37 30·90	47·90	0 0·01	24·05	54 12 24·29
	W	23 1 24·41	37 41·95	47·90	0 11·13	23·98	24·45
	W	4 11·41	38 20·90	47·89	0 49·14	24·91	24·08
	W	6 19·91	39 9·05	47·91	1 36·74	25·48	24·77

α Andromedae

1881	Kreis-lage	Sternzeit der Beobachtung	Beobachtete Zenithdistanz	Refraction	Reduction auf d. Complement d Polhöhe bez. den Meridian	Polhöhen aus den einzelnen Beobacht.	Polhöhen aus beiden Kreislagen
Juni 16 (Morgens)	*W*	23 51 54·42	25 50 0·70	+27·87	−0 4 9·50	54 12 24·95	54 12 24·38
	W	55 10·41	47 48·85	27·82	1 57·16	25·39	25·48
	W	57 29·92	46 44·10	27·80	0 53·05	24·73	24·27
	W	0 0 17·92	45 59·95	27·79	0 9·11	24·51	24·64
	O	6 3·43	46 24·25	27·79	0 33·15	24·77	
	O	8 39·03	47 24·35	27·82	1 34·25	23·80	
	O	10 48·43	48 40·60	27·85	2 48·77	25·56	
	O	13 23·03	50 36·00	27·89	4 45·96	23·81	

α Leonis

1881	Kreis-lage	Sternzeit der Beobachtung	Beobachtete Zenithdistanz	Refraction	Reduction auf d. Complement d Polhöhe bez. den Meridian	Polhöhen aus den einzelnen Beobacht.	Polhöhen aus beiden Kreislagen
Juni 17 (Abends)	*W*	9 50 59·67	41 42 18·35	+50·65	−0 3 26·53	54 12 24·36	54 12 24·32
	W	53 14·37	41 1·75	50·64	2 11·30	22·98	23·80
	W	55 58·17	39 55·65	50·61	1 2·65	25·50	24·12
	W	59 14·87	39 5·00	50·61	0 13·39	24·11	24·07
	O	10 2 26·87	38 51·75	50·63	0 0·25	24·02	
	O	7 49·88	39 46·20	50·69	0 56·05	22·73	
	O	11 25·38	41 19·55	50·76	2 27·58	24·62	
	O	14 16·28	43 2·55	50·84	4 11·01	24·27	

β Leonis

1881	Kreis-lage	Sternzeit der Beobachtung	Beobachtete Zenithdistanz	Refraction	Reduction auf d. Complement d Polhöhe bez. den Meridian	Polhöhen aus den einzelnen Beobacht.	Polhöhen aus beiden Kreislagen
Juni 17 (Abends)	*O*	11 31 21·35	39 1 34·60	+46·22	−0 3 59·90	54 12 23·55	
	O	34 27·15	38 59 44·30	46·18	2 9·52	23·59	
	O	37 7·35	58 36·55	46·16	1 1·45	23·89	
	O	39 21·95	58 0·15	46·14	0 23·64	25·28	
	W	42 47·96	57 36·60	46·14	0 0·09	25·28	54 12 25·28
	W	45 17·46	57 44·95	46·16	0 9·01	24·73	24·31
	W	47 37·96	58 11·75	46·18	0 37·34	23·22	23·41
	W	50 1·28	59 3·50	46·21	1 26·09	26·24	24·90

Zur Berechnung der Refractionen dienten folgende Thermometer- und Barometerstände, letztere bereits auf 0° reducirt.

	Sternzt.	Therm.	Barom.		Sternzt.	Therm.	Barom.
Juni 16	$22^{h}\cdot 8$	+ 7°·7 C.		Juni 17	$9^{h}\cdot 8$	+ 13°·5	$751^{mm}\cdot 0$
	23·0	+ 8·1	$750^{mm}\cdot 4$		10·2	+ 12·4	751·0
	23·1	+ 8·5			11·0	+ 12·5	750·9
	23·9	+ 9·8			11·3	+ 12·8	
	0·0	+ 9·8	750·5		11·5	+ 12·5	750·8
	0·2	+ 9·7			11·8	+ 12·0	
	0·3	+ 9·8					
	0·5	+ 9·9	750·6				
	0·7	+10·2					

Aus den Werthen der letzten Columne wurden die Mittel gebildet und die wiederum mit den entsprechenden Werthen der übrigen Abende zu Gesammtmitteln vereinigt und zur Ermittelung der Biegung benutzt, indem diese Horizont mit b bezeichnet Gleichungen der Form $\varphi_0 = \varphi \mp b \sin z$ liefert, wo

das obere Zeichen für den Polarstern, das untere für Südsterne gilt. Alle Beobachtungen führten zum Resultat

Polaris	$\varphi = 54°\ 12'\ 28''\cdot09 - 0\cdot586\,b$
α Leonis	$12\ \ 23\ \cdot22 + 0\cdot665\,b$
β Leonis	$23\ \cdot61 + 0\cdot629\,b$
α Pegasi	$24\ \cdot58 + 0\cdot638\,b$
α Andromedae	$24\ \cdot59 + 0\cdot435\,b$

welchen Gleichungen die Werthe

$$\varphi = 54°\ 12'\ 26''\cdot06 \qquad b = +\ 3''\cdot47$$

entsprechen.

Eine nicht minder wichtige Methode ist die folgende, wonach man die Polhöhe aus Durchgangsbeobachtungen am Passageninstrument im I. Vertical bestimmt. Nehmen wir in dem sphärischen Dreieck Pol, Zenith, Stern die Gleichung

$$cotang\, a \sin t = -\cos\varphi\, tang\, \delta - \sin\varphi \cos t$$

unter den eingeführten Bezeichnungen, so sehen wir, dass wenn δ, t, a bekannt ist, daraus φ ermittelt werden kann. Es ist nun zu untersuchen, ob sich ein besonderer Verticalkreis für die Bestimmung von φ günstiger erweist als andere. Differenziren wir die Gleichung, so kommt

$$d\varphi(\cos t \cos\varphi + tang\,\delta \sin\varphi) = (cotang\, a \cos t + \sin t \sin\varphi)\,dt - \frac{\sin t}{\sin^2 a}\,da + \frac{\cos\varphi}{\cos^2\delta}\,d\delta$$

oder da

$$\cos t \cos\varphi + tang\,\delta \sin\varphi = \frac{\cos z}{\cos\delta}$$

ist, so wird

$$d\varphi = \frac{cotang\, a \cos t + \sin t \sin\varphi}{\cos z}\cos\delta\, dt - \frac{\sin t \cos\delta}{\sin^2 a \cos z}\,da + \frac{\cos\varphi}{\cos\delta \cos z}\,d\delta,$$

welcher Ausdruck sich leicht in den folgenden verwandelt:

$$d\varphi = \frac{\cos q \cos\delta}{\cos z \sin a}\,dt - \frac{tang\, z}{\sin a}\,da + \frac{\sin q}{\cos z \sin a}\,d\delta.$$

Man sieht daraus, dass man vor allem danach trachten muss, $\sin a$ und $\cos z$ so gross als möglich zu machen, oder das Azimuth $a = 90°$ und die Zenithdistanz z nahe $= 0$. Beides wird erreicht, wenn wir Sterne, deren Deklination nahe gleich der Polhöhe des Beobachtungsortes ist, bei ihrem Durchgang durch den ersten Vertical beobachten. Unter diesen Verhältnissen werden nicht allein die Nenner am grössten, sondern gleichzeitig wird $\cos q \cos\delta$ (welches $= \sin\varphi \sin z + \cos\varphi \cos z \cos a$ ist) sowie selbstverständlich $tang\, z$ sehr klein. Nur der Faktor von $d\delta$ wird nahe $= 1$, woraus wir wiederum sehen, dass wir mit derselben Genauigkeit wie aus bekannter Deklination die Polhöhe, so umgekehrt aus bekannter Polhöhe die Deklination des Sternes finden können. Es wird daher bei der Methode die Polhöhe durch Beobachtungen im ersten Vertical zu ermitteln, eine Methode, die sonst sehr grosse Genauigkeit zulässt, darauf Bedacht genommen werden müssen, dass nur sehr sorgfältig bestimmte Sterne zur Verwendung kommen, die namentlich auch, wenn ihre Bestimmungsepoche weiter zurückliegt, genau auf Eigenbewegungen untersucht sein müssen.

Setzen wir in obige Gleichung $a = 90°$, so wird

$$\cos t = tang\,\delta\, cotang\,\varphi,$$

wo nun $t = U + \Delta u - \alpha$ zu setzen ist, wenn U die beobachtete Durchgangszeit, Δu die an dieselbe anzubringende Correction für den Uhrstand, und α die Rectascension des Sternes ist. Es bestimmt sich also die Polhöhe durch Zeitbeobachtungen, unabhängig von Winkelmessungen, und es wird die Behandlung der Beobachtungen, bezw. des angewandten Instrumentes die analoge sein, wie sie bei Zeitbestimmungen im Meridian am Passageninstrument und Meridiankreis vorkommt. Befindet sich das Instrument nicht genau im ersten Vertikal, macht z. B. die Umdrehungsaxe mit der Ebene des Horizonts einen Winkel b, oder macht sie mit der Ebene des ersten Verticals einen Winkel $90° \pm k$, oder beträgt der Winkel zwischen der Absehenslinie und der Umdrehungsaxe $90° \pm c$, oder wirken alle diese Fehler zusammen, so muss die beobachtete Durchgangszeit U entsprechend corrigirt werden, ebenfalls wenn wir an einem Seitenfaden statt am Mittelfaden beobachten, oder mehrere solcher Fäden zur Verwendung kommen, wo man dann entweder die Reduction auf den Mittelfaden vorzunehmen oder in geeigneter Anwendung die Fadendistanzen zu eliminiren hat.

Es kann hier im Grossen und Ganzen auf den Artikel »Passageninstrument« verwiesen werden, in welchem die Beobachtungen im ersten Vertical ausführlich behandelt sind. Hier braucht nur das mitgetheilt zu werden, was die Vollständigkeit und Uebersichtlichkeit der Methode der Polhöhenbestimmungen erfordert.

Für die Beobachtungen im ersten Vertical bestehen die folgenden vier Gleichungen (s. »Passageninstrument«, pag. 359 ff.), in denen die üblichen Bezeichnungen beibehalten sind, nämlich k das Azimuth positiv von Norden gegen Westen, i die Erhöhung des Nordendes der Umdrehungsaxe, $90° + c$ der Winkel der Absehenslinie mit dem nördlichen Axenende, (ist dieses Ende zugleich das Kreisende, so hat man bei Kreis Süd für den Winkel zwischen der optischen Axe und dem nördlichen Axenende $90° - c$) f der Abstand eines südlichen Seitenfadens vom Mittelfaden und vorausgesetzt, dass man die Beobachtungen an demselben Seitenfaden in beiden Kreislagen anstellt:

$$\text{I. } \sin(\varphi - \delta) = 2\cos\delta\sin\varphi\sin^2\tfrac{1}{2}t + c - f + i\cos z + k\sin z \quad \text{Kr. N. Stern West}$$
$$\text{II. } \sin(\varphi - \delta) = 2\cos\delta\sin\varphi\sin^2\tfrac{1}{2}t + c - f + i\cos z - k\sin z \quad \text{Kr. N. Stern Ost}$$
$$\text{III. } \sin(\varphi - \delta) = 2\cos\delta\sin\varphi\sin^2\tfrac{1}{2}t - c + f + i\cos z + k\sin z \quad \text{Kr. S. Stern West}$$
$$\text{IV. } \sin(\varphi - \delta) = 2\cos\delta\sin\varphi\sin^2\tfrac{1}{2}t - c + f + i\cos z - k\sin z \quad \text{Kr. S. Stern Ost}$$

oder

$$\text{I. } \tan\varphi = \tan\delta\sec t + c\sec z - f\sec z + i + k\tan z \quad \text{Kr. N. Stern West}$$
$$\text{II. } \tan\varphi = \tan\delta\sec t + c\sec z - f\sec z + i - k\tan z \quad \text{Kr. N. Stern Ost}$$
$$\text{III. } \tan\varphi = \tan\delta\sec t - c\sec z + f\sec z + i + k\tan z \quad \text{Kr. S. Stern West}$$
$$\text{IV. } \tan\varphi = \tan\delta\sec t - c\sec z + f\sec z + i - k\tan z \quad \text{Kr. S. Stern Ost}$$

oder, indem man die Durchgangszeiten verbessert, um den richtigen Stundenwinkel zu erhalten

$$t = U + \frac{i}{\sin\varphi\tan z} + \frac{k}{\sin\varphi} + \frac{c}{\sin\varphi\sin z} \quad \text{Kr. N. Stern West}$$
$$t = U - \frac{i}{\sin\varphi\tan z} + \frac{k}{\sin\varphi} - \frac{c}{\sin\varphi\sin z} \quad \text{Kr. N. Stern Ost}$$
$$t = U - \frac{i}{\sin\varphi\tan z} + \frac{k}{\sin\varphi} - \frac{c}{\sin\varphi\sin z} \quad \text{Kr. S. Stern West}$$
$$t = U - \frac{i}{\sin\varphi\tan z} + \frac{k}{\sin\varphi} + \frac{c}{\sin\varphi\sin z} \quad \text{Kr. S. Stern Ost}$$

und dann φ berechnet nach $\tan\varphi = \tan\delta\sec t$.

Es wurde erwähnt, dass die Zenithdistanz der Sterne möglichst klein sein muss; man ist also bei der Auswahl der Sterne an Grenzen gebunden, wenn man genaue Resultate haben will. Um hierfür Anhaltspunkte zu gewinnen, entwickeln wir die Differentialformel für den ersten Vertical. Es ergiebt sich leicht:

$$d\varphi = \sin\varphi \tang z\,dt - \tang z\,da + \cos\varphi \sec z \sec\delta\,d\delta.$$

Wie bedeutend der Einfluss einer fehlerhaften Annahme in der Zeit oder eines Fehlers im Azimuth mit der Zunahme der Zenithdistanz wächst, lässt sich durch folgende Täfelchen zeigen, welche mit dem Argument $\varphi - \delta$ (bei Tafel I mit zugehörigem φ) die Fehler angeben, die ein Fehler von t um 1^s, bezw. ein solcher von a um $1''$ in φ in Bogensecunden hervorbringt.

Tafel I. $\frac{d\varphi}{dt}$ $dt = 1^s$

$\varphi - \delta$ \ φ	35°	45°	55°	65°
0° 0′	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00
5	0·40	0·50	0·58	0·64
10	0·60	0·74	0·86	0·96
15	0·74	0·91	1·06	1·18
20	0·86	1·06	1·22	1·36
25	0·96	1·18	1·36	1·51
30	1·05	1·30	1·50	1·66
40	1·22	1·50	1·73	1·92
50	1·36	1·68	1·94	2·15
1 0	1·49	1·85	2·13	2·36
10	1·62	2·00	2·31	2·56
20	1·74	2·14	2·47	2·75
30	1·85	2·27	2·63	2·92
40	1·96	2·41	2·78	3·09
50	2·06	2·54	2·93	3·26
2 0	2·15	2·65	3·07	3·40
20	2·33	2·88	3·34	3·70
40	2·51	3·10	3·60	3·98
3 0	2·68	3·30	3·83	4·24
20	2·84	3·50	4·06	4·50
40	3·00	3·69	4·28	4·74
4 0	3·15	3·88	4·50	4·98

Tafel II. $\frac{d\varphi}{da}$ $da = 1''$

$\varphi - \delta$	$\frac{d\varphi}{da}$
0° 0′	0″·000
5	0·045
10	0·070
15	0·086
20	0·100
25	0·111
30	0·122
40	0·142
50	0·158
1 0	0·174
10	0·188
20	0·202
30	0·215
40	0·227
50	0·239
2 0	0·250
20	0·272
40	0.293
3 0	0·312
20	0·331
40	0·349
4 0	0·366

Was den Fehler in t betrifft, so besteht dieser einestheils in der Unsicherheit der Zeitbestimmung, anderentheils aber aus dem Fehler, den man bei der Beobachtung des Fadenantritts im Schätzen der Zeit begeht und der hier wesentlich zusammengesetzterer Art ist, als bei den gewöhnlichen Antrittsbeobachtungen. Namentlich wird derjenige Theil des letzteren, der aus dem Gesichtsfehler (oder der Zeit, um welche man die Sterne früher oder später den Faden durchschneiden sieht, als es in Wahrheit der Fall ist) resultirt, grösseren Schwankungen unterliegen, da der Stern bei den Beobachtungen im ersten Vertical die Fäden schräg durchschneidet und der Winkel, unter dem dies geschieht, sowie die Schnelligkeit seiner Bewegung mit veränderter Zenithdistanz sich sehr rasch ändert. Von ganz besonderem Vortheil dürfte auch hier die Benutzung eines Repsold'schen Contactmikrometers sein, wie es in neuerer Zeit bei den Meridianbeobachtungen angewandt wird; eingehende Untersuchungen sind allerdings mit

demselben im ersten Vertical noch nicht gemacht, und damit gewisse Bedenken noch nicht widerlegt, die hauptsächlich darin bestehen, dass es bei dem schrägen Durchlaufen des Sterns sehr schwer sein wird, ihn immer mit der Zenithdistanzschraube an derselben Stelle des Gesichtsfeldes zu halten.

Was die Bestimmung der Fehler i, $c+f$, k betrifft, so zeigen die Formeln, dass man durch die Beobachtung des Sterns beim östlichen und westlichen Durchgang durch den ersten Vertical, wenn man das Instrument inzwischen umlegt, $c+f$ und k eliminirt, dagegen erhalten wir für die Neigung $\frac{1}{2} \cos z (i_o + i_w)$, und da z stets klein anzunehmen ist, so wird $\cos z = 1$; man sieht also, dass der Fehler i vollkommen auf das Resultat von $\varphi - \delta$ übergeht, und daher auf diese Bestimmung die denkbar grösste Sorgfalt zu verwenden ist. Bei den gebräuchlichen Passageninstrumenten mit gebrochenem Fernrohr ist die Einrichtung getroffen, dass das Niveau stets an der Axe hängen bleibt. Man ist daher in der Lage, die Libelle bei der Beobachtung jedes Sternes mehrfach abzulesen, wobei allerdings nach dem Umhängen der Libelle vor zu rascher Ablesung gewarnt werden muss. Ausserdem wird man gut thun, am Stativ des Instruments zwischen Beobachter und Okular einerseits, zwischen Lampe und Instrument andererseits eine Schutzvorrichtung anzubringen, damit die Wärme des Beobachters bezw. der Lampe nicht Instrument oder Libelle beeinflusst.

Bei der Elimination von $k \sin z = k \cos \delta \sin t$ gilt freilich die Voraussetzung, dass k sich während der ganzen Zeit der Beobachtung nicht geändert hat. Bei dem häufigen Umlegen ist daher ebenfalls grosse Vorsicht zu gebrauchen und auch mit Rücksicht auf diese Veränderlichkeit ist die Anbringung von Schutzvorrichtungen gegen die Temperaturschwankungen sehr zu empfehlen. Auch eine Controle des Azimuthes durch Miren ist wünschenswerth, aber in seltenen Fällen durchführbar. Bei Benutzung eines Universalinstrumentes statt des Passageninstrumentes kann man hierfür die Ablesung des Horizontalkreises verwenden, indessen wird dieser Vortheil des Universalinstruments durch die viel geringere Festigkeit im ganzen Bau, die namentlich bei der Umlegung in Frage kommt, reichlich zu Gunsten des Passageninstruments aufgewogen. Welchen Einfluss eine Veränderlichkeit von k auf die gesuchte Grösse $\varphi - \delta$ hat, lässt sich numerisch leicht in folgender Weise darstellen.

Bezeichnen wir der Kürze wegen $2 \cos \delta \sin \varphi \sin^2 \frac{1}{2} t$ mit R, und je nachdem der Stern im Osten oder Westen beobachtet worden, mit R_o, R_w, dementsprechend die beim Ostdurchgang und Westdurchgang stattfindenden Azimuthe k mit k_o, k_w, so wird, wenn wir noch für $\sin(\varphi - \delta)$ abgekürzt $(\varphi - \delta)$ setzen:

$$\varphi - \delta = R_o - k_o \cos \delta \sin t_o$$
$$\varphi - \delta = R_w - k_w \cos \delta \sin t_w.$$

Ferner sei k_m das für die Mitte der Durchgangszeiten, oder für den Meridiandurchgang stattfindende Azimuth, so ist

$$k_o = k_m - u dk \quad \text{und} \quad k_w = k_m + u dk,$$

wo wir mit u den halben Unterschied der Zeiten des östlichen und westlichen Durchgangs bezeichnen. Hiernach wird

$$\varphi - \delta = R_o - k_m \cos \delta \sin t_o + u dk \cos \delta \sin t_o$$
$$\varphi - \delta = R_w - k_m \cos \delta \sin t_w - u dk \cos \delta \sin t_w$$

oder durch Vereinigung beider Gleichungen

$$\varphi - \delta = \tfrac{1}{2}(R^o + R_w) - u dk \cos \delta \sin u.$$

Wir können nun für eine bestimmte Polhöhe und verschiedene Werth von $\varphi - \delta$ den Ausdruck $u \cos \delta \sin u$ berechnen. Setzen wir dann noch für δ

eine bestimmte Grösse, so erhalten wir auf diese Art die gesuchte Veränderung, welche dk auf $\varphi - \delta$ bewirkt. Sei z. B. $\varphi = 50°$ und die Veränderung von k in dem Intervall von $10^m = 1''$, so erhalten wir folgende Zahlen

$\varphi - \delta$	t	$u\,dk\cos\delta\sin u$	$\varphi - \delta$	t	$u\,dk\cos\delta\sin u$
0° 10′	$24^m{\cdot}9$	0″·17	1° 30′	$74^m{\cdot}0$	1″·55
20	35·1	0·35	2 0	85·0	2·06
30	43·0	0·52	2 30	94·8	2·58
40	49·6	0·69	3 0	103·5	3·10
50	55·4	0·87	4 0	118·7	4·00
1 0	60·6	1·05	5 0	131·8	5·08

Auch für die Elimination von c gilt die Voraussetzung der Constanz dieses Fehlers während der im Allgemeinen mehrere Stunden dauernden Zeit zwischen dem Ost- und Westdurchgang. Wird man bei den jetzigen Instrumenten auch wohl eine starke Veränderlichkeit des Collimationsfehlers nicht zu befürchten haben, so ist es doch stets von Vortheil, eine noch wirksamere Elimination anzustreben umsomehr, da sich zeigen lässt, dass eine Veränderung in c etwa mit seinem halben Betrage ins Endresultat übergeht. STRUVE hat daher vorgeschlagen bei jedem Durchgange, sowohl in der Mitte des Durchgangs durch den Ostvertical, als in der des Westverticals umzulegen. Alsdann wird die Constanz von c nur während der kurzen Zeit des Durchgangs durch jeden Vertical verlangt. Die Elimination der übrigen Fehler ist die gleiche, wie aus der Betrachtung der Formeln ersichtlich. Man hat dieser Methode vorgeworfen, dass durch das häufige Umlegen des Fernrohrs das ganze Instrument in seiner festen Aufstellung nachtheilig beeinflusst werde, dass insbesondere Neigungs- und Azimuthänderungen in grösserem Maasse zu befürchten wären. Aber die Erfahrungen, die man bei Zeitbestimmungen, Längenbestimmungen, mit ähnlichen Instrumenten, den leicht umlegbaren gebrochenen Passageninstrumenten gemacht hat, wobei die Nivellirungen durch Umlegen des Fernrohrs statt der Libelle geschehen, haben unzweideutig gezeigt, dass die Befürchtung ungegründet ist, selbstverständlich unter Beachtung grösstmöglicher Vorsicht bei der ganzen Manipulation. Es darf darnach für die Bestimmung der Polhöhe im ersten Vertical die STRUVE'sche Methode wohl als die sicherste angesehen werden. Man wird also Sterne möglichst nahe dem Zenith aussuchen, deren Bewegung eine so langsame ist, dass sich die Umlegung beim Durchgang durch jeden Vertical bequem ausführen lässt. Es werden dann die ersten Fäden bis zum Mittelfaden in der einen Kreislage (Ostvertical), dann nach Umlegung dieselben Fäden in der anderen Kreislage (Ostvertical) beobachtet und in gleicher Weise beim Westvertical verfahren. In jeder Kreislage macht man eine vollständige Nivellirung, thunlichst in der der Zenithdistanz des Sterns entsprechenden Lage des Fernrohrs. Man erhält dadurch 4 Durchgangszeiten für jeden Faden, die wir mit $U_{o\,I}$, $U_{o\,II}$, $U_{w\,II}$, $U_{w\,I}$ bezeichnen, wo sich die Indices o und w auf den Durchgang des Sterns durch den Ost- bezw. Westvertical beziehen, die Indices I, II auf die Kreislage des Instruments. Nennen wir dann

$$U_{w\,I} - U_{o\,I} = t' \qquad U_{w\,II} - U_{o\,II} = t''$$
$$\tfrac{1}{4}(U_{o\,I} + U_{o\,II} + U_{w\,II} + U_{w\,I}) - \alpha = \Delta$$

so wird die Polhöhe, abgesehen vom Einfluss der Neigung der Horizontalaxe gegeben durch die Gleichung

$$\tang \varphi' = \tang \delta \sec \tfrac{1}{2}(t' + t'') \sec \tfrac{1}{2}(t' - t'') \cos \Delta.$$

Dieses Resultat ist dann noch um die halbe Summe der in den verschiedenen Kreislagen ermittelten Neigungswerthe $\frac{1}{2}(i_o + i_w)$ in dem entsprechenden Sinn zu corrigiren, um damit die wahre Polhöhe zu erhalten. So einfach sich diese Methode der Beobachtungen für die Rechnung gestaltet, so wird sie doch schon der beschränkten Zahl verfügbarer Sterne wegen nur seltener zur Anwendung kommen können. Man wird dann so verfahren, dass man eine grössere Zahl Sterne aussucht, die sich mit ihren Durchgängen durch den Ost- und Westvertical so ordnen lassen, dass man erst einige Sterne nach einander in einer Kreislage beobachtet, dann eine zweite Reihe in der anderen Kreislage auch im Ostvertical nimmt, dann die erste Reihe im Westvertical und endlich nach nochmaliger Umlegung die zweite Reihe im Westvertical beobachtet.

Gelingt es nun ferner nicht, die gleichen Fäden in allen zusammengehörigen Fällen zu beobachten, so kann man natürlich die beobachteten Fäden, wie bei Meridiandurchgängen auf den Mittelfaden reduciren, unter Voraussetzung, dass die Fadendistanzen selbst mit Sicherheit bekannt sind. Die Reduction ist aber wesentlich complicirter, und da ausserdem eine neue Unsicherheit bei diesem Verfahren ins Resultat eingeführt wird, so kann im Allgemeinen nur dem Verfahren zugestimmt werden, welches solche einfach beobachteten Fäden überhaupt von vornherein ausschliesst. Es wird aber ausdrücklich bemerkt, dass dies nur dann empfohlen werden kann, wenn an sonst guten Abenden hin und wieder einzelne Fäden verloren gingen, aber nicht, wenn etwa durch zweifelhafte Witterung oder ähnliche Verhältnisse die Zahl der gleichmässig beobachteten Fäden so gering wurde, dass bei Ausschluss der Uebrigen der ganze Abend als ein verlorener angesehen werden müsste, während die Reduction der beträchtlichen Anzahl der nicht gleichmässig beobachteten Fäden noch einen Abend mit beträchtlichem Gewicht liefern müsste. Für die Reduction der Seitenfäden auf den Mittelfaden kann auf die Ableitungen pag. 358 ff. d. Bandes (Art. »Passageninstrument«) verwiesen werden, ebenso hinsichtlich der Ermittlung der Fehler des Instrumentes, wo es nicht gelingt sie zu eliminiren. Nur mag hier noch daran erinnert werden, dass bei dem grossen Einfluss der Neigung auch bei einseitig beobachteten Sternen eine genaue Untersuchung der Zapfenform nicht unterlassen werden sollte.

Das Missliche der Methode bleibt immer noch die volle Abhängigkeit vom Sternort, selbst wenn es gelingt, bei der Beobachtung die Fehlerquellen, die im Instrument und seiner Aufstellung liegen und die unter steter Controle gehalten werden müssen, um über ihre Kleinheit nicht in Zweifel zu sein, zu eliminiren oder sehr gering zu machen. Bei der sonst so grossen Sicherheit der Methode, die frei von allen Messungen, Kreisablesungen ist, hat man für die Zwecke der Gradmessung ausgedehnte Sternverzeichnisse angelegt, welche die neuesten und genauesten Bestimmungen besonders geeigneter Sterne in weiten Grenzen enthalten. Aber es bleibt dabei immer zu beachten, dass auch solche für gewisse Epochen genau ermittelten Oerter für andere Epochen von geringem Werth sind, wegen der in der Regel nicht scharf bekannten Eigenbewegungen und sonstigen den Ort beeinflussenden Fundamentalgrössen der Astronomie.

Bevor auch von dieser Methode ein Beispiel gegeben wird, mag noch erwähnt werden, dass für die Beobachtungen gewisse Vorbereitungen nöthig sind, die sich auf die Ermittelung der Antrittszeiten und der Zenithdistanzen beziehen. Man hat zunächst zur Einstellung des für Collimation berichtigten Instrumentes in die Ebene des I. Vertical einen Stern von geringer Deklination aufzusuchen

und für diesen die Sternzeit seines Durchgangs durch den Vertical auszurechnen. Dazu dient die Formel

$$\cos t = \tang \delta \cotang \varphi,$$

und wenn α die Rectascension, ϑ die Sternzeit ist, ergiebt sich danach $\vartheta = \alpha \mp t$ für die Sternzeit des Durchgangs durch den östlichen, bezw. westlichen Vertical. Die Zenithdistanz des Sternes findet sich:

$$\cos z = \frac{\sin \delta}{\sin \varphi},$$

wobei dann die Strahlenbrechung für geringe Höhen zu berücksichtigen ist. Sobald der Stern zur vorausberechneten Zeit den Mittelfaden passirt — man wird diese Beobachtung mehrfach mit Benutzung verschiedener Sterne und unter beständiger Correction der Neigung der Axe zu wiederholen haben — kann man sich mit der vorläufigen Aufstellung begnügen und hat dann durch eine genaue Fehlerbestimmung zu constatiren, ob die übrig gebliebenen Fehler noch zulässig oder weiter, eventuell unter Zuhilfenahme von Marken zu verringern sind. Es ist nun nicht allein für die erste Einstellung, sondern auch für die späteren definitiven Beobachtungen von Werth, die Zeit und Zenithdistanz zum Voraus zu kennen, zu welcher der Stern an einen gegebenen Seitenfaden tritt. Dazu dienen dann die leicht sich ergebenden Formeln:

$$J = \frac{i}{\sin \varphi \cos \delta \sin t} = \frac{i}{\sin \varphi \sin z},$$

wo i die Aequatorealfadendistanz, J die entsprechende für den Stern im ersten Vertical ist. Hat man danach J, so wird der Stundenwinkel $t \pm J$ und die Zenithdistanz $z \pm 15 J \cos \varphi$, worin für den Antritt an die Fäden vor oder nach dem Mittelfaden, im Ost- oder Westvertical einfache Ueberlegung das Zeichen bestimmt. Auch die Formeln

$$\cos t = \frac{\tang (\delta \mp i)}{\tang \varphi} \qquad \cos z = \frac{\sin (\delta \mp i)}{\sin \varphi},$$

wo das obere Zeichen für den Ost-, das untere für den Westvertical gilt, führen rasch zum Ziel. Die Werthe $\cos t = \tang \delta \cotang \varphi$ und $\cos z = \sin \delta \operatorname{cosec} \varphi$ finden sich für die Breiten von 30—63° und für $\varphi - \delta$ von 0—3° in »ALBRECHT, Formeln und Hilfstafeln für geographische Ortsbestimmungen« berechnet. Man wird sich vor Beginn einer längeren Beobachtungsreihe entweder aus diesen für eine gegebene Breite die Werthe interpoliren, oder sie auch leicht selbst tabuliren können. Ebenso dürfte es sich empfehlen, für die Fadendistanzen des zur Benutzung kommenden Instrumentes die Werthe J und $15 J \cos \varphi$ in eine Tabelle zu bringen.

Beispiel. Vom Königlich Preussischen Geodätischen Institut wurde im Jahre 1888 die Polhöhe der Schneekoppe durch Beobachtungen im I. Vertical ermittelt. Das Instrument war ein BAMBERG'sches gebrochenes Passageninstrument mit einem Objectiv von 82 *mm* Durchmesser, die angewandte Vergrösserung 115 fach. Die Beobachtungen fanden statt vom 24. Juli bis 11. August und die Fadenantritte wurden registrirt. Das Programm umfasste 7 Sterne, welche nach folgendem Schema beobachtet wurden:

Kreis *N* oder *S* Stern B. A. C. 6717 . . . .
„ B. A. C. 6659 . . . .
„ θ Cygni . . . .

Umlegung

Kreis S oder N Stern e Cygni . . . .
„ B. A. C. 6985 . . . .
„ 51 Cygni . . . .
„ B. A. C. 7294 . . . .
. . . . Stern B. A. C. 66·59
. . . . „ ϑ Cygni
. . . . „ B. A. C. 6717

Umlegung

Kreis N oder S . . . . Stern e Cygni
. . . . „ B. A. C. 6985
. . . . „ 51 Cygni
. . . . „ B. A. C. 7294.

Die mittleren, bezw. scheinbaren Oerter dieser Sterne wurden theils durch direkte neue Bestimmungen an Meridiankreisen, theils aus den besten Sternverzeichnissen aufs genaueste ermittelt. Hier theilen wir nur die Beobachtungen zweier Sterne in verschiedener Kreislage mit, und zwar die von ϑ und e Cygni, am 24. Juli. Die Rectascensionen waren: ϑ Cygni $19^h\,33^m\,28^s{\cdot}96$, e Cygni $19^h\,58^m\,14^s{\cdot}15$. Die beobachteten Fäden tragen die in der ersten Columne gegebene Bezeichnung, die Berechnung erfolgt nach den ersten Formeln pag. 459 unter Benutzung von Hilfstafeln für $\sin^2 \frac{1}{2} t$.

	ϑ Cygni, Vert. Ost, Kr. Nord			ϑ Cygni, Vert. West, Kr. Süd			
Faden	Sternzeit d. Beobachtung	Stundenwinkel	$\varphi - \delta \mp F$	Sternzeit d. Beobachtung	Stundenwinkel	$\varphi - \delta \mp F$	$\varphi - \delta$
VII	$18^h\,37^m\,49^s{\cdot}96$	$55^m\,39^s{\cdot}00$	3013″·81	$20^h\,24^m\,46^s{\cdot}85$	$51^m\,17^s{\cdot}89$	2562″·75	2788″·25
d	38 21·66	55 7·30	2957·13	25 20·65	51 51·69	2619·11	2788·12
VI	38 53·16	54 35·80	2901·33	25 54·15	52 25·19	2675·56	2788·45
c	39 26·06	54 2·90	2843·61	26 28·25	52 59·29	2733·64	2788·63
V	39 58·86	53 30·10	2786·63	27 1·85	53 32·69	2791·46	2789·05
b	40 32·86	52 56·10	2728·18	27 34·65	54 5·69	2848·49	2788·34
IV	41 6·26	52 22·70	2671·34	28 7·05	54 38·09	2905·37	2788·36
a	41 40·46	51 48·50	2613·77	28 39·35	55 10·39	2962·63	2788·20
III	42 14·06	51 14·90	2557·79	29 10·75	55 41·79	3018·83	2788·31
	e Cygni, Vert. Ost, Kr. Süd			e Cygni, Vert. West Kr. Nord			
III	$18^h\,57^m\,16^s{\cdot}36$	$60^m\,57^s{\cdot}79$	3625″·95	$20^h\,55^m\,13^s{\cdot}05$	$56^m\,58^s{\cdot}90$	3170″·13	3398″·04
a	57 45·26	60 28·89	3569·22	55 43·25	57 29·10	3226·09	3397·66
IV	58 14·36	59 59·79	3512·53	56 13·95	57 59·80	3283·47	3398·00
b	58 43·96	59 30·19	3455·31	56 44·25	58 30·10	3340·60	3397·96
V	59 14·26	58 59·89	3397·23	57 14·65	59 0·50	3398·40	3397·83
c	59 44·06	58 30·09	3340·58	57 44·45	59 30·30	3455·53	3398·05
VI	19 0 14·96	57 59·19	3282·32	58 14·65	60 0·50	3513·91	3398·12
d	0 45·06	57 29·09	3226·08	58 43·75	60 29·60	3570·61	3398·35
VII	1 15·56	56 58·59	3169·55	59 12·05	60 57·90	3626·17	3397·86

Nimmt man aus den letzten Columnen die Mittelwerthe, so erhält man $\varphi - \delta$ für ϑ Cygni 0° 46′ 28″·42, für e Cygni 0° 56′ 37″·98; die Werthe für $i \cos z$ betrugen $-1''{\cdot}53$ und $-1''{\cdot}78$. Die scheinbaren Deklinationen (δ) waren für ϑ Cygni

49° 57′ 54″·59, für e Cygni 49° 47′ 45″·60, woraus dann durch Addition folgt $\varphi = 50°\,44'\,21''{\cdot}48$ bezw. 21″·80. Das Gesammtmittel aus allen 7 Sternen, die an je 4 Abenden beobachtet waren, ergab 50° 44′ 21″·46 ± 0″·12.

Die dritte hier zu besprechende Methode, welche namentlich in neuester Zeit sehr in Aufnahme kam, ist unter dem Namen HORREBOW-TALCOTT'sche Methode bekannt. Sie ist ursprünglich schon von RÖMER angegeben und auch praktisch angewandt worden.

Wir haben für einen südlich vom Zenith culminirenden Stern, dessen Deklination δ ist, bei seinem Meridiandurchgang die Zenithdistanz z

$$z = \varphi - \delta,$$

für einen anderen Stern, der nördlich vom Zenith culminirt, dessen Deklination δ' ist, dagegen beim Meridiandurchgang die Zenithdistanz z'

$$z' = \delta' - \varphi.$$

Subtrahiren wir beide Gleichungen, so haben wir

$$z - z' = 2\varphi - \delta - \delta'$$

oder

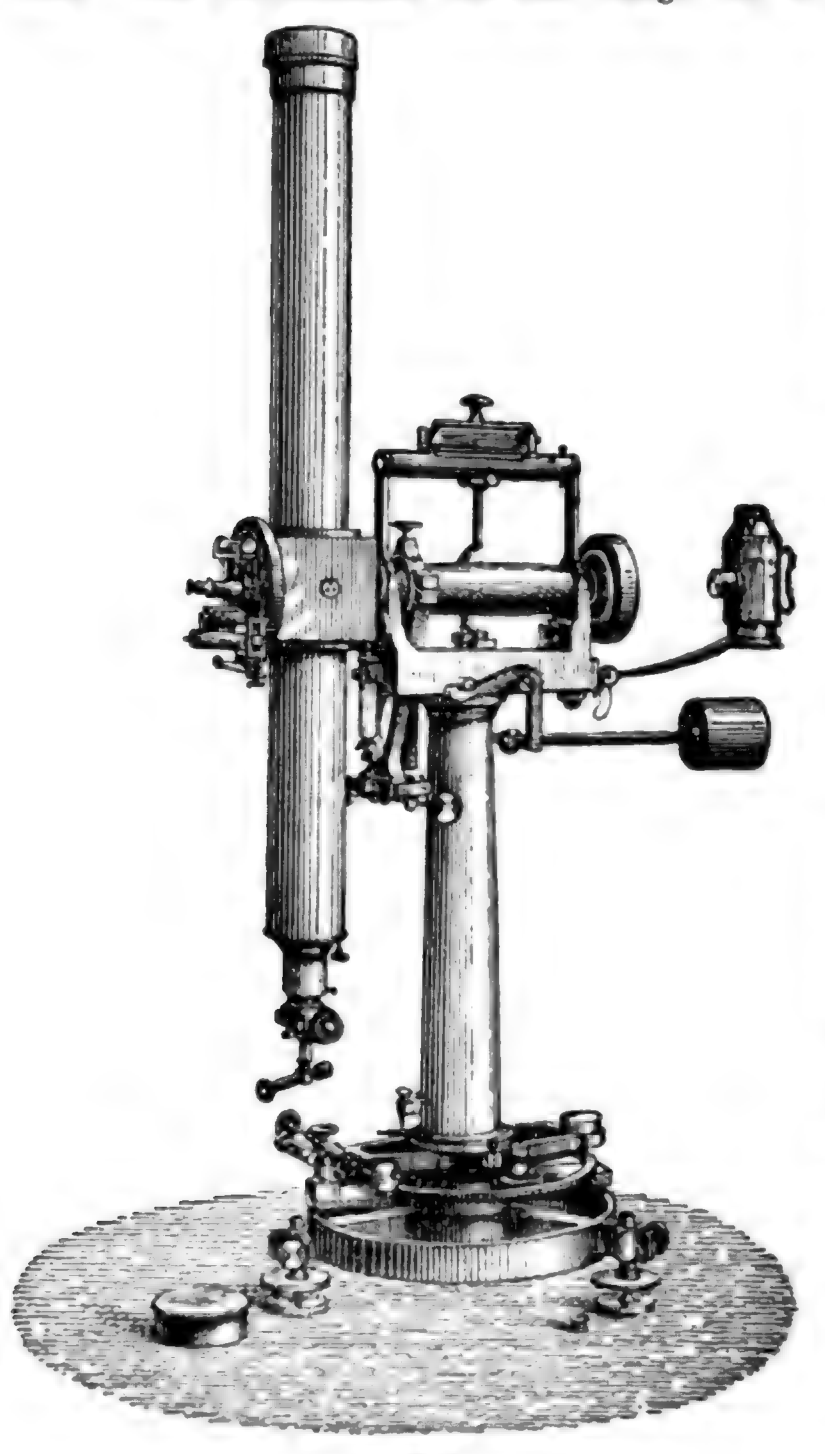
$$\varphi = \tfrac{1}{2}(z - z') + \tfrac{1}{2}(\delta + \delta').$$

Würde also $z = z'$ sein, so hätten wir natürlich $\varphi = \frac{1}{2}(\delta + \delta')$. Fänden sich also zwei rasch nach einander culminirende Sterne, sodass eine Veränderung des Instrumentes in der Zwischenzeit nicht zu befürchten wäre, von denen der eine bei nach Süden gerichtetem Fernrohr vom Faden bisecirt, und der andere bei genau gleich eingestellter Zenithdistanz des Fernrohrs, aber nach Norden, ebenfalls vom Faden bisecirt würde, so würde das Mittel der Deklinationen dieser beiden Sterne ohne Weiteres die geographische Breite geben. Die gleiche Zenithdistanzstellung des Fernrohrs erhält man, indem man, ohne die Klemme zu lösen, behutsam das Fernrohr mittelst der Umlegevorrichtung aus den Lagern hebt und umlegt. Es ist natürlich, dass diese Umlegung mit äusserster Vorsicht zu geschehen hat, dass das Instrument besonders auf leichte und sichere Umlegung gebaut sein muss, dass die Unveränderlichkeit der Einstellung gewährleistet oder controlirt werden kann, denn die geringste Veränderung würde ja diese Art der Polhöhenbestimmung zu einer fehlerhaften illusorischen machen. In dieser Forderung liegt aber wiederum in gewissem Sinn eine Unmöglichkeit. Ebenso dürften sich aber wohl kaum zwei Sterne finden, die der Grundbedingung nahe gleicher Rectascension und der nothwendigen Deklination genau entsprechen. Und würde letzteres wirklich einmal der Fall sein, so würde die verschiedene Präcession bald genug eine Veränderung hervorbringen. Man muss daher von der engbegrenzten Forderung abgehen und es wird sich trotzdem nach dem Princip der gleichen Meridianzenithdistanz nach Nord und Süd eine Methode finden lassen, die sich namentlich in neuester Zeit zu grösster Vollkommenheit herausgebildet hat, und nur von dem Nachtheil nicht frei wird, dass die etwaigen Fehler im Sternort voll ins Resultat übergehen.

Ist nämlich das Ocular an Stelle des einen festen Fadens mit einem einfachen Fadenmikrometer versehen, und ist an der Axe parallel der Ebene des Meridians ein sehr empfindliches Niveau angebracht, auf dessen unveränderliche Verbindung mit der Axe man sich für die kurze Zeit des Durchgangs der beiden Sterne verlassen kann, so braucht man dann die beiden Sterne nur so auszuwählen, dass bei ungefähr gleicher Rectascension ihre Zenithdistanzen nach Süd und Nord nur so nahe gleich sind, dass der Unterschied genau mit dem beweglichen Faden

des Mikrometers gemessen werden kann. Bereits pag. 176 (Bd. I) und pag. 306 (Bd. III) ist diese Methode, da sie sich gleichzeitig für die Bestimmung der Aberrations- und Nutationsconstante eignet, zum Theil ausführlich behandelt. Wir können uns daher hier darauf beschränken, das auf die praktische Anwendung Nothwendige anzuführen.

Vorzugsweise dient zur Anstellung der Beobachtungen ein sogenanntes Zenithteleskop, welches zuerst von TALCOTT zur Messung kleiner Unterschiede in der Zenithdistanz angegeben wurde, dann in mannigfacher Weise verbessert von der amerikanischen Coast Survey und dem Kön. Preuss. Geodätischen Institut zur Anwendung kam. Es besteht aus einem excentrisch an der auf eisernem Dreifuss ruhenden Horizontalaxe angebrachten Fernrohr von mässigen Dimensionen (im Geodät. Institut 68 *mm* Oeffn. bei 870 *mm* Brennweite), mit gebrochener Ocularröhre. Die Horizontalaxe hat eine Länge von 20 *cm*, die Verticalaxe 34 *cm*, es kann also wie ein Universalinstrument horizontal und vertical beliebig bewegt werden. Das Instrument ist mit verticalem und horizontalem Einstellungskreis von 24 *cm* bezw. 28 *cm* Durchmesser versehen. Letzterer, auf 0'·1 durch zwei gegenüberstehende Nonien ablesbar, gestattet genügend genaue Meridianeinstellung, die übrigens durch justirbare Anschläge leicht zu fixiren ist, sodass beim Umlegen bezw. Drehen um 180° die wiederholte Ablesung der Nonien unterbleiben kann. Die Horizontalaxe ist mit einem Aufsatzniveau versehen, eine Lampe im gehörigen Abstand beleuchtet das Feld. Am Höhenkreis, der sich am Axenende des Fernrohrs befindet, ist ein sehr empfindliches Doppelniveau senkrecht zur Richtung der Horizontalaxe angebracht, welches mit äusserster Genauigkeit die Veränderung der Zenithdistanz des Fernrohrs abzulesen gestattet. Dasselbe ist durch mehrfache Umhüllung gegen den Einfluss strahlender Wärme seitens des Beobachters und der Beleuchtung nach Möglichkeit geschützt. Trotz dieser Vorsichtsmaassregel empfiehlt es sich, die zum Ablesen der Libellen und zum Einstellen am Höhenkreis nöthige Beleuchtung vom Instrument ganz fern zu halten, was sich



(A. 398.)

erreichen lässt, wenn in beträchtlichem Abstand eine Lampe angebracht wird, die ihr Licht durch Linse und Spiegel auf die zu beleuchtenden Stellen wirft und etwa durch Klappenvorrichtungen beliebig verdeckt werden kann, sodass sie nicht störend für das Auge des Beobachters wird.

Anstatt eines solchen Zenithteleskopes kann man natürlich auch jedes leicht und sicher umlegbare Passageninstrument benutzen, sobald dasselbe mit einem sogen. Querniveau senkrecht zur Horizontalaxe und einem Ocularmikrometer versehen ist, und genau im Meridian steht.

Man hat nun vor dem Beginn der Beobachtungsreihe geeignete Sternpaare auszusuchen, von denen der eine südlich vom Zenith, der andere in möglichst gleichem Abstand nördlich vom Zenith culminirt. Die Zwischenzeiten zwischen den Sternen eines solchen Paares sollten in der Regel nicht unter 3 Minuten, nicht über 10—12 Minuten betragen, damit einestheils vollkommen genügende Zeit zu der etwa dreimaligen Pointirung des beweglichen Fadens, der Niveauablesung und Umlegung bleibt, und andererseits durch zu lange Zwischenzeit nicht uncontrolirbare Veränderungen im Instrument und der Refraction zu befürchten sind. Der Unterschied der Zenithdistanzen sollte den Halbmesser des Gesichtsfeldes (äussersten Falles 10—15 Bogenminuten), nicht überschreiten, da sonst die Einstellungen zu sehr an den Rand des Gesichtsfeldes kommen und die Abhängigkeit von der Schraube des Mikrometers von zu grossem Einfluss wird. Ueberhaupt ist darauf Bedacht zu nehmen, dass wenn bei einem Paar der Unterschied der Zenithdistanzen positiv ist, ein zweites Paar ausgewählt wird, bei dem der Unterschied möglichst ebenso sehr negativ ist.

Eine vollständige Beobachtungsreihe wird man auf 8—10 Paare festsetzen, und es ist dann darnach zu trachten, dass die Summe aller Unterschiede der zu einem Paar gehörigen Zenithdistanzen Null wird. Damit ist dann die Elimination des angenommenen Winkelwerthes einer Schraubenrevolution gewährleistet. Bei der Auswahl der Sterne ist noch darauf zu achten, dass die zu einem Sternpaar gehörigen Glieder von möglichst gleicher Helligkeit sind, dass keines einen die Einstellung störenden Begleiter hat, weil sonst systematische Fehler zu befürchten sind. Die Zenithabstände der Sterne überhaupt sollten nicht über 25° betragen, um die Wirkung der Strahlenbrechung in möglichst engen Grenzen zu halten.

Hat man nun solche Sternpaare ausgesucht und zu einem Beobachtungsprogramm vereinigt, so wird dann zunächst der Index des verticalen Einstellungskreises genau auf das Mittel der Zenithdistanzen der beiden das Paar bildenden Sterne gestellt und festgeklemmt. Dann wird das Fernrohr vorerst mit freier Hand, darnach unter Benutzuug der Feinbewegung so weit geneigt, dass das Querniveau (auch Horrebow-Niveau genannt), zum Einspielen kommt. Nachdem nun der erste Stern ins Gesichtsfeld getreten, wird der genaue Stand der Libellen abgelesen. Da selbst bei den besten Libellen Unregelmässigkeiten vorkommen können, so hat man jetzt stets zwei einander parallele Libellen in gleichem Gestell befestigt, und um die Ablesungen vor Irrthümern und Verwechselungen zu schützen, dieselben in entgegengesetzter oder doch gänzlich verschiedener Weise bezeichnet. Nach dieser Ablesung erfolgen mehrere Einstellungen des Mikrometerfadens auf den Stern mit den zugehörigen Ablesungen der Schraubentrommel. Es wird also nicht der Moment des Meridiandurchgangs abgewartet und dabei nur die eine mögliche Pointirung gemacht, sondern man sucht die Beobachtung durch einige Einstellungen vor und nach dem Meridian zu stärken. Diese Einzel-

einstellungen müssen nun natürlich für die Krümmung des Parallels in der nachher angegebenen Weise corrigirt werden, und hierzu ist die Zeitangabe der Einstellung nöthig. Um eine volle Symmetrie der Einstellungen zu erzielen, wodurch die Reduction sehr vereinfacht wird, sodann aber auch um die Sicherheit der Einstellung selbst nicht durch die Aufmerksamkeit auf die Zeit der Beobachtung zu beeinträchtigen, empfiehlt es sich, symmetrisch zum Mittelfaden (Meridian), in Abständen von 10—15 Secunden einige Fäden einzuziehen und die Einstellung genau in dem Augenblick vorzunehmen, wenn der Stern diesen Faden passirt. Man wird dann nur in den Fällen, wo die eine oder andere Einstellung missglückt und damit die Symmetrie unterbrochen ist, die Reduction in anderer Weise vorzunehmen haben. Nach diesen Einstellungen des Sterns erfolgt dann eine neue Ablesung der Libelle.

Hierauf wird nun, je nachdem ein Zenithteleskop oder ein Passageninstrument benutzt wird, die Drehung um 180° oder die Umlegung in den Lagern vorgenommen. Es wird nun freilich nicht selten der Fall eintreten, dass die Libellen nicht ganz befriedigend einspielen, dann muss man mit Hilfe der Mikrometerschraube des Fernrohrs letzteres so lange drehen, bis die Libellen genügend einspielen, keinesfalls darf aber an der die Libelle allein gegen die Fernrohraxe versetzenden Schraube gerührt werden. Es erfolgt nun die Niveauablesung, Mikrometereinstellung und letzte Niveauablesung in ganz gleicher Weise wie vorher.

Hat man zuerst mit einem Südstern begonnen, so wird das zweite Paar thunlichst so gewählt, dass man hier mit dem Nordstern beginnt, ebenso wird man bestrebt sein, an aufeinander folgenden Abenden den Beginn der Kreislage zu vertauschen, um alle Fehlerquellen, die aus verschiedener Bewegungsrichtung, Drehung der Mikrometerschraube, Refraction entstehen können, nach Möglichkeit zu eliminiren.

Die Libellen, auf deren Angabe soviel ankommt, müssen sehr gut und zuverlässig sein, ihr Scalentheil sollte den Werth einer Bogensecunde nicht übersteigen. Der Werth kann, wie an anderer Stelle angegeben, durch Niveauprüfer bestimmt werden, es kann aber auch der Werth gleich in Theilen der Mikrometerschraubenumdrehung gesucht werden. Man erreicht dies in der Weise, dass man auf das Fadenkreuz eines Collimatorfernrohrs oder auf ein gut sichtbares, sehr entferntes terrestrisches Object mit dem beweglichen Faden einstellt und diese Einstellung bei veränderter Lage des Fernrohrs bezw. des Niveaus mehrfach wiederholt. Hat man den Niveauwerth in Theilen der Schraubenumdrehung, so kann man die Trommelablesungen bei den Sterneinstellungen gleich um die Niveauablesung verbessern, ohne beide erst in Bogensecunden umzuwandeln. Die Correction wird dann in folgender Weise angebracht.

Nennen wir die dem Nord- bezw. Südende der Blase entsprechenden Ablesungen n und s für den Südstern, dagegen n', s' für den Nordstern, so sind die Neigungen in Theilen des Niveaus

$$L = \frac{n - s}{2} \qquad L' = \frac{n' - s'}{2}$$

nnd die an das Mittel der gemessenen Zenithdistanzen des Süd- und Nordsterns anzubringende Correction wird sein:

$$\tfrac{1}{2}(L' + L) = \tfrac{1}{4}[(n + n') - (s + s')].$$

Dieser Werth ist dann mit dem Faktor zu multipliciren, welcher das Verhältniss der Niveautheile zu dem Werth der Schraube angiebt. Das Zeichen ergiebt sich ohne Weiteres aus obigem Ausdruck, sodass, wenn die Nordablesungen grösser als die Südablesungen sind, d. h. wenn die Blase nach Nord ausschlägt, die anzubringende Correction positiv wird. Das gilt für ein von der Mitte aus getheiltes Niveau. Ist das Niveau dagegen, wie jetzt in der Regel, durchlaufend getheilt, so hat man die der Mitte der Niveautheilung entsprechende Ablesung natürlich nur von dem Mittel der den Blasenenden entsprechenden Ablesungen abzuziehen, und dabei hinsichtlich des Zeichens zu beachten, dass ein südlicher Ausschlag zu grosse Zenithdistanzen durch die Trommelablesungen giebt, dass die Neigungscorrection dann negativ ist, sonst positiv.

Die verschiedenen Fadeneinstellungen müssen, wie schon erwähnt, wegen der Krümmung des Parallels verbessert, auf den Moment des Meridiandurchgangs reducirt sein. Es können hier zwei Fälle unterschieden werden, indem man, bei Benutzung von Zenithteleskopen oder Universalinstrumenten, in der Lage ist, das Instrument im Azimuth nachzudrehen, und den Stern immer in der Mitte des Gesichtsfeldes einzustellen, oder indem man bei fest im Meridian aufgestelltem Fernrohr die Einstellungen an verschiedenen Punkten beim Durchgang des Sterns durchs Gesichtsfeld vornimmt.

Bei ersterem Fall, der in der Praxis seltener vorkommt, hat man, wie pag. 446 bei der Messung von Circummeridianzenithdistanzen angegeben wurde, einfach

$$z_0 = z - \frac{2\, sin^2 \frac{1}{2} t}{sin\, 1''} \frac{cos\, \varphi\, cos\, \delta}{sin\, z_0}$$

zu bilden, wobei man für das zweite Glied rechts in Bogensecunden setzen kann:

$$\tfrac{1}{2} (15\, t)^2 sin\, 1'' \frac{cos\, \varphi\, cos\, \delta}{sin\, z_0} = [6{\cdot}43570]\, t^2\, cos\, \varphi\, cos\, \delta\, cosec\, z_0,$$

wo die Zahl in eckiger Klammer den Logarithmus bedeutet und ungefähr $= 0{\cdot}0003$ ist. Die Grösse wird immer subtractiv an die beobachtete Zenithdistanz angebracht, oder positiv bezw. negativ als Verbesserung der Polhöhe aus südlichem oder nördlichem Stern.

Für den anderen gebräuchlicheren Fall ist die Correction einfach

$$\tfrac{1}{4} (15\, t)^2\, sin\, 1''\, sin\, 2\, \delta,$$

welche zu der beobachteten Zenithdistanz eines Südsterns zu addiren, von der eines Nordsterns zu subtrahiren ist (vergl. pag. 23 d. Bds.). Hat man nun, wie oben empfohlen, sich daran gewöhnt, die Einstellungen stets an bestimmten festen Fäden vor und nach dem Mittelfaden zu machen, und beträgt die Fadendistanz derselben im Aequator f^s, also für einen Stern von der Deklination δ, $f^s\, sec\, \delta$, so geht obige Verbesserung über in den Ausdruck

$$\frac{225}{2}\, sin\, 1'' f^{s2}\, tang\, \delta$$

und will man diese Correction endlich ausdrücken in Theilen der Schraubenrevolution, so ist sie mit $\frac{1}{R}$ zu multipliciren, wo R die Zahl der Bogensecunden beträgt, welche einer Schraubenumdrehung entspricht. Die folgende Tabelle giebt eine

Uebersicht über die Grösse dieser Correction für einige Werthe der Fadendistanzen und der Deklinationen der Sterne, ausgedrückt in Bogensecunden. Man wird sich darnach für den einzelnen Fall mit wenigen Zahlen eine Tafel anlegen, die die Anbringung dieser Verbesserung auf eine kaum nennenswerthe Arbeit zurückführt, wobei dann noch zu erwähnen, dass die hier in Secunden (der Uebersicht wegen) gegebenen Werthe, durch Division mit R in Schraubentheile umzusetzen sein würden.

F \ δ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°
10′	0″·00	0″·01	0″·02	0″·03	0″·05	0″·06	0″·08	0″·09	0″·12	0″·15	0″·20	0″·31
20′	0·00	0·04	0·08	0·13	0·18	0·26	0·31	0·38	0·47	0·60	0·81	1·24
30′	0·00	0·09	0·18	0·28	0·41	0·58	0·70	0·85	1·05	1·35	1·83	2·78

Die Schraubenablesungen sind genau um die Fehler der Schraube zu corrigiren, die Schraube selbst daher aufs sorgfältigste zu untersuchen, und zwar am besten vor Beginn und nach Abschluss einer Beobachtungsreihe, und wenn diese sich über mehrere Jahre, überhaupt längere Zeit, ausdehnt, zu verschiedenen Malen. Auf die Art dieser Untersuchungen, der Bestimmung des Schraubenwerthes braucht hier nicht eingegangen zu werden, da auf den Artikel »Mikrometer« zu verweisen ist. Dagegen ist noch der Correction für Refraction und der Reduction auf den mittleren, bezw. von diesem auf den scheinbaren zu gedenken.

Da es sich nur um geringe Unterschiede in den Zenithdistanzen bei jedem Paar handelt, so wird die Refraction stets von geringer Bedeutung. Eine Berücksichtigung von Thermometer- und Barometerstand ist ganz unnöthig, und wir können für die beiden Sterne mit den Zenithdistanzen z und z' und den Einzelrefractionen r und r' die einfache Differentialformel

$$r - r' = (z - z')\frac{dr}{dz}$$

anwenden, wo dann $z - z'$ in Bogenminuten ausgedrückt ist und darnach $\frac{dr}{dz}$ die Aenderung der mittleren Refraction bezeichnet, die der Aenderung der Zenithdistanz um 1′ entspricht. Nach Bessel haben wir (s. Strahlenbrechung) die Strahlenbrechung

$$r = \alpha \, tang \, z,$$

wo α bei kleinen Aenderungen der Zenithdistanz als constant anzusehen ist. Hiernach ist

$$\frac{dr}{dz} = \alpha \, sin \, 1' sec^2 z,$$

folglich

$$r - r' = (z - z')\, \alpha \, sin \, 1' sec^2 z,$$

wonach diese Correction in Bogensecunden ausgedrückt erhalten wird. Die folgende kleine Uebersicht giebt den Betrag der Refraction mit dem doppelten

Argument der Zenithdistanz und dem Unterschied der Zenithdistanzen Stern Süd — Stern Nord

$z_s - z_n$ \ z	0°	10°	20°	30°
0′	0″·00	0″·00	0″·00	0″·00
5′	0·04	0·04	0·04	0·05
10′	0·08	0·09	0·10	0·11
15′	0·13	0·13	0·14	0·16
20′	0·17	0·18	0·20	0·23

Wie diese Zahlen zeigen, bleibt in der That der Einfluss äusserst gering. Dabei ist nun freilich vorausgesetzt, dass die Refractionen für den nördlichen Stern gleichgeartet denen für den südlichen Stern sind, was nur dann der Fall ist, wenn die atmosphärischen Verhältnisse im Norden und Süden ganz die gleichen sind. In dieser Hinsicht sind an verschiedenen Orten eigenthümliche Unregelmässigkeiten bemerkt worden, insbesondere sind Erfahrungen, welche vom Geodätischen Institut in Potsdam gemacht wurden, lehrreich. Hier wurde in einem Häuschen beobachtet, welches mit besonderer Vorsicht für den Temperaturausgleich construirt war, und aus einem niedrigen Mauerkranz bestand, über dem eine aus Doppelwellblech gefertigte Kuppel errichtet war, die sich in der Richtung senkrecht zum Meridian in der Mitte auseinanderschieben liess, sodass ein Spalt von etwa 1 *m* Breite entstand. Im Innern dieses Raumes war im Norden und Süden je ein isolirter Beobachtungspfeiler aufgeführt, und der südliche derselben diente zur Aufstellung des Instruments für eine ausgedehnte Beobachtungsreihe. Es ergab sich nun nach Abschluss derselben für die Polhöhe ein Werth, der mit anderen Resultaten nicht in Einklang zu bringen war. Eingehende Untersuchungen führten zu dem Ergebniss, dass die Ursache mit einer Temperaturdifferenz zwischen dem Innern des Beobachtungsraumes und der äusseren Luft zusammenhing, und dass »die excentrische Aufstellung des Instrumentes in einem Raum mit stark geneigter Dachfläche anormale Refractionswirkungen hervorruft.« Helmert hat durch theoretische Betrachtungen nachgewiesen, dass schon eine Temperaturdifferenz von 1° einen Polhöhenunterschied von 0″·3 für die beiden Pfeiler hervorriefe, wenn man als Begrenzungsfläche des erwärmten Raumes die Gestalt der äusseren Bedachung des Häuschens oder eine entsprechende Form der Niveauschichten voraussetze und zenithnahe Sterne beobachtete. Diese Erfahrung lehrt zur Genüge, mit welcher ausserordentlichen Vorsicht man verfahren muss, wenn man einwandfreie Resultate erzielen will.

Als Beispiel mögen hier einige Beobachtungen in voller Ausdehnung wiedergegeben werden, die in Potsdam im Jahre 1892 angestellt wurden. Es diente dafür ein gebrochenes Passageninstrument von Bamberg, mit welchem ein Horrebow-Niveau verbunden war.

Das Beobachtungsprogramm umfasste 9 Sterngruppen von je 6 Sternpaaren, die sich auf das ganze Jahr der Art vertheilten, dass jeweils 2—3 Gruppen in derselben Nacht beobachtet werden konnten, und so ein vollständiger Anschluss erreicht wurde. Hier wird nur Gruppe 5 mitgetheilt, welche mit Gruppe 6 am 8. Mai zur Beobachtung kam.

Gruppe V

Paar	Grösse	Rectasc. 1892·0	Declination 1892·0	Zenithdistanz N	Zenithdistanz S	$Z_N - Z_S$
1	4·6	13ʰ 12ᵐ 42ˢ	41° 8′ 28″·47		11° 14′·4	+1′·6
	6·5	22 18	63 48 56·89	11° 26′·0		
2	5·0	30 2	49 34 5·83		2 48·8	+ 2·0
	5·4	36 39	55 13 41·89	2 50·8		
3	6·5	43 32	42 35 14·95		9 47·7	− 9·9
	6·7	54 10	62 0 44·61	9 37·8		
4	6·8	14 17 48	68 16 35·61	15 53·7		+11·6
	6·5	23 48	36 40 48·52		15 42·1	
5	6·2	28 47	60 42 5·83	8 19.2		+ 2·8
	5·5	34 10	44 6 29·52		8 16·4	
6	6·2	44 52	38 15 23·40		14 7·5	− 8·6
	5·0	55 52	66 21 45·64	13 58·9		

Das Mittel der Unterschiede der Zenithdistanzen ergiebt sich hiernach zu + 1′·6, ein Unterschied, der in Folge der Präcessionen in 2—3 Jahren verschwinden würde. Handelt es sich also um mehrjährige Beobachtungsreihen, so ist es in der Regel nicht erreichbar, dass bei Benutzung derselben Sternpaare dieser Unterschied so klein erhalten wird, wie es theoretisch wünschenswerth wäre. Die angewandten REICHEL'schen Libellen trugen No. I die Bezifferung 0 bis 40, No. II 50 bis 90, für erstere war der Werth eines Scalentheils 0·01843 Theile der Schraubenrevolution, für letztere 0·01982, und da eine Schraubenrevolution 57″·344 entsprach, so ist der Scalentheil für Lib. I 1″·056, für Lib. II 1″·137.

1892 Mai 8.

Paar	Kreislage	Libelle I vorher		Libelle II vorher		Einstellungen I	II	III	IV	Libelle I nachher		Libelle II nachher	
1	*O*	9ᵖ·8	30ᵖ·2	61ᵖ·7	84ᵖ·0	14ʳ·595	578	590	595	9ᵖ·8	30ᵖ·2	61ᵖ·6	[illegible]
	W	9·3	29·8	61·8	84·2	2·367	377	382	358	9·3	30·0	62·0	[illegible]
2	*W*	8 6	29 1	61·9	84·3	7·933	932	934	912	—	—	—	—
	O	10·0	30 7	62·9	85·3	10·061	047	061	060	9·8	30·4	62·7	[illegible]
3	*O*	10·2	31·0	62·7	85·1	6·331	324	330	331	10·2	31·0	62·7	[illegible]
	W	10·3	31·0	63·0	85·7	16·627	633	631	621	10·2	31·0	63·0	[illegible]
4	*W*	7·5	28·3	64·6	87·0	3·733	757	763	745	6·5	27·3	63·7	[illegible]
	O	9·7	30·6	65·6	88·3	15·815	808	820	823	9·8	30·6	65·7	[illegible]
5	*O*	8·0	28·8	64·4	87·0	11·412	412	407	418	8·0	28·9	64·4	[illegible]
	W	6·4	27·3	63·3	85·9	8·617	618	627	616	6·2	27·1	63·2	[illegible]
6	*W*	9·9	30·8	68·0	(90·7)	14·455	465	450	453	9·8	30·8	68·0	[illegible]
	O	9·8	30·7	67·5	90·2	5·193	188	184	190	9·7	30·4	67·3	[illegible]

Meteorologische Ablesungen:

13ʰ·0	Th. I. +10°·0	Th. A. + 9°·9	Bar. 758ᵐᵐ·7	+11°·6
14·0	+10·0	+10·0	758·9	+11·2
15·0	+ 9·7	+ 9·7	759·0	+11·2

Die Berechnung ist zwar ohne Weiteres aus folgendem Schema ersichtlich, doch mag noch bemerkt werden, dass die Col. »Mikrometerablesung« die Mittelzahl der 4 Einstellungen giebt und dass von den 3 Correctionsgrössen die erste (Neigung) erhalten wird, indem man bei Lib. I die Summe der Libellenablesungen vorher und nachher, von 4·20, bei Lib. II von 4·70 abzieht und den Rest

dem Scalenwerth multiplicirt. Die zweite Correction rührt von der Krümmung des Parallels her, die dritte von den periodischen Fehlern der Schraube. Durchweg sind beide Libellen getrennt behandelt, sodass die erste Zeile jeweils die aus Lib. I, die zweite die aus Lib. II resultirenden Werthe giebt.

Paar	Kreislage	Mikrometer-ablesung	Correction (Einh. 4 Decim.)			Verb. Abl.	Differenz	Mittel der scheinbaren Declinat.	Halbe Differenz der Ablesung	Korr. für Refr.	Polhöhe
			Neigung	Kr.	Schr.						
1	*O*	14ʳ·590	0	−24	+4	14ʳ·588					
			− 554			533	−12ʳ·203	52° 28′ 43″·89	−5′ 49″·88	−0″·10	52° 22′ 53″·91
	W	2·371	+ 74	+57	+ 9	2·359	216		−5 50·26		53·53
			− 609			317					
2	*W*	7·928	+ 212	+33	− 8	7·952					
			− 614			869	− 2·096	23 53·86	−1 0·10	− 0·02	53·74
	O	10·057	− 41	−40	− 5	10·048	− 2·104		−1 0·33		53·51
			− 797			9·973					
3	*O*	6·329	− 110	−26	+ 8	6·316					
			− 177			249	+ 10·306	17 58·44	+4 55·49	+ 0·09	54·02
	W	16·628	− 115	+52	+ 1	16·622	298		55·26		53·79
			− 861			547					
4	*W*	3·750	+ 570	+70	−5	3·814					
			− 990			657	− 11·997	28 38·12	−5 43·98	− 0·10	54·04
	O	15·817	− 32	−21	−7	15·811	− 12·019		44·61		53·41
			−1381			676					
5	*O*	11·412	+ 290	−50	+10	11·437					
			−1129			295	− 2·754	24 12·85	−1 18·96	− 0·02	53·87
	W	8·620	+ 598	+27	+2	8·683	763		19·22		53·61
			− 911			532					
6	*W*	14·456	− 60	+22	+9	14·453					
			—			—	+ 9·273	18 28·09	+4 25·88	+ 0·08	54·05
	O	5·189	− 28	−64	+1	5·180					—

Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass für diese Methode auch die Photographie auf KÜSTNER's Vorschlag versuchsweise zur Anwendung kam. Nach den Angaben FÖRSTER's und MARCUSE's wurde für die Berliner Sternwarte ein photographisches Zenithteleskop in folgender Weise construirt. Das photographische Fernrohr hat 135 *mm* Oeffnung und 1350 *mm* Brennweite, ist excentrisch an einer 32 *cm* langen und 6·5 *cm* starken Horizontalaxe angebracht. Die Verticalaxe ist ebenfalls besonders stark und hat unten 9 *cm*, oben 3·5 *cm* Durchmesser. Am Azimuth- und Höhenkreis können die Ablesungen auf 5″ genau geschehen, der erstere gestattet die Lage des Meridians durch zwei am Kreise justirbare Anschläge mit vollkommener Genauigkeit festzuhalten, und der Verticalkreis ermöglicht die Höheneinstellung eines Sternpaares so genau, dass nur der centralste Theil der Bildebene bei der photographischen Abbildung benutzt wird. Libellen sind in ähnlicher Weise angebracht wie am gewöhnlichen Zenithteleskop. Die Grösse des Objectivs ist bedingt durch die nothwendige Photographirung von Sternen bis wenigstens zur 7. Grössenklasse. Am Ende des geraden Fernrohrs befindet sich die kleine photographische Metallcassette, welche bequem und vollkommen sicher angesetzt und zur Belichtung der Platte geöffnet werden kann. Zur Justirung des Fernrohrs im Meridian und zur Bestimmung des Zenithpunktes wird ein gebrochenes Hilfsocular benutzt, das in eine der Cassetten eingesetzt werden kann. Im Fernrohr selbst befindet sich in der

Ebene des chemischen Focus und in der optischen Axe des Fernrohrs gelegen ein feiner verticaler Stahlfaden, dessen rahmenartiger Träger mittelst einer Axe mit Knopf von aussen zurückgeklappt werden kann. Derselbe ist an einer starken Platte befestigt, die mit Hilfe einer besonderen Collimationsschraube senkrecht zur optischen Axe des Fernrohrs verschoben werden kann. Der verticale Meridianfaden ruht nach Einsetzen der Platte und nach Oeffnen des Deckels dicht über der empfindlichen Schicht. Durch ihn wird der Moment des Meridiandurchganges der Sterne in einfacher und sicherer Weise bezeichnet, indem sich eine kleine Unterbrechung der photographischen Sternspuren genau im Meridian erkennbar macht. Was die Aufnahme selbst betrifft, so hat sich herausgestellt, dass die Platten höchstens nur etwa 15 Zeitsecunden vor und nach dem Meridiandurchgang eines Sterns im Aequator, für Sterne höherer Deklination entsprechend länger belichtet zu werden brauchen, um deutliche Spuren zu hinterlassen. Zur Verwerthung sind dann nach der Entwickelung und Fixirung die Abstände der feinen Sternspuren mikroskopisch auszumessen, wozu ein besonderer Apparat dient.

Ueber den Erfolg dieser Versuche gehen die Ansichten der Astronomen wohl auseinander, doch neigt die grosse Mehrzahl noch dem Urtheile zu, dass eine Vervollkommnung der HORREBOW-Methode nicht durch die Einführung der Photographie geliefert wird. Es werden als besondere Nachtheile der Photographie in diesem Punkte angeführt, dass der Beobachter keine Controlle über die Beobachtungen selbst hat, und erst nachträglich, nach der Entwickelung, von dem Gelingen der Operation Kenntniss erhält, während bei der visuellen Methode etwaige Unregelmässigkeiten, die dem Gelingen hinderlich sein könnten, gleich bemerkt und oft rechtzeitig beseitigt werden können. Es wird hervorgehoben, dass die photographische Aufzeichnung äusseren Einflüssen, Trübungen des Himmels u. dergl. mehr ausgesetzt ist, und auch die Zahl der sich zur Beobachtung eignenden Sternpaare geringer ist. Ganz besonders dürfte aber ins Gewicht fallen, dass durch die Ausmessung und Verwerthung der Platten ein ausserordentlich vergrössertes Arbeitsquantum gefordert wird, was nur dann nicht ausschlaggebend sein dürfte, wenn, wie in anderen Zweigen der Astronomie, durch die Photographie eine stark vermehrte Ausnutzung der klaren Nächte erfolgt, was aber bei der Polhöhenbestimmung nicht der Fall ist.

Auf weitere Einzelheiten in dieser Frage einzugehen ist hier nicht der Ort; es handelt sich vielfach um die Elimination äusserst subtiler Fehlerquellen, deren Erkennung oft nur erfahrensten Astronomen gelingen wird. Im übrigen mag auf die Berichte über diese Frage, die grösstentheils in den Verhandlungen der Internationalen Erdmessung (von 1895 an) abgedruckt sind, verwiesen werden.

So hervorragend nun die Methode der zu messenden Unterschiede der Meridianzenithdistanzen auch hinsichtlich der erreichbaren Genauigkeit ist, so haftet doch auch ihr eine nicht unwesentliche Fehlerquelle an, es geht nämlich die Unsicherheit der benutzten Sternörter ganz in das Resultat über. Es kommt da keineswegs allein die Unsicherheit der momentanen Deklination in Betracht, sondern vielmehr unsere mangelhafte Kenntniss hinsichtlich der Eigenbewegungen, welche letztere natürlich um so schädlicher wird, je weiter sich die Polhöhenbeobachtungen in der Zeit von der Epoche der Deklinationsbestimmungen entfernen. Störend wirkt ausserdem für langjährige Beobachtungsreihen, wie sie sich namentlich in neuerer Zeit als dringend nothwendig erwiesen haben, dass in Folge der Präcession die für eine frühere Epoche günstigen Sternpaare zu anderer Ze[illegible]

unbrauchbar werden, sodass dann zur Auswahl neuer Sternpaare geschritten werden muss, wodurch dann wieder ein neues Element der Unsicherheit durch die Oerter hereingezogen wird.

Diese Abhängigkeit vom Sternort hat vielfach Untersuchungen veranlasst, um eine Methode ausfindig zu machen, die den Sternort ganz eliminirt. In dieser Richtung sind insbesondere FÖRSTER, KAPTEYN, CONTARINO thätig gewesen, und es ist ihnen auch gelungen, anscheinend elegante Verfahrungsweisen aufzustellen, durch die der gedachte Zweck erreicht wird. Doch hat die Anwendung derselben noch Schwierigkeiten bereitet, sodass aus der Praxis über die Brauchbarkeit noch kein abschliessendes Urtheil zu geben ist. Immerhin dürfen bei der Wichtigkeit dieser Aufgabe die Methoden nicht unerwähnt bleiben, und da sie ausserdem in weniger leicht allgemein zugänglichen Schriften veröffentlicht wurden, mögen sie an dieser Stelle etwas eingehende Behandlung finden.

Die FÖRSTER'sche Methode (Berl. Astr. Jahrb. 1880. 82), combinirt die Beobachtungen dreier Sterne, eines Polsterns, eines Zenithsterns und eines Südsterns, dessen südliche Zenithdistanz sehr nahe gleich der nördlichen des Polsterns ist. Es werden die oberen und unteren Meridiandurchgänge der ersten beiden, die Ost- und Westdurchgänge durch den ersten Vertical der letzten beiden beobachtet und endlich die Meridianzenithdistanzen des Pol- und Südsterns bei der oberen Culmination des ersteren mit einem Fadenmikrometer und Horrebow Niveau gemessen. Das Instrument muss also diese letzte Einrichtung haben, ausserdem ein Passageninstrument sein, welches leicht und sicher in beliebige Verticalebenen übergeführt werden kann. Ein Universalinstrument, wie es sonst zu den geographischen Ortsbestimmungen zur Verwendung kommt, würde sich dazu nicht empfehlen, weil die Verbindung der oberen und unteren Culminationen desselben Sterns eine lange Beobachtungsdauer und daher Constanz des Instruments während dieser Zeit verlangt, und weil ausserdem das Fernrohr nicht von zu kleiner Dimension sein darf, da die Forderungen über die Auswahl der Sterne die Benutzung auch schwächerer Sterne nöthig machen werden. FÖRSTER hat daher das mit dem Namen Universaltransitinstrument belegte Instrument construirt, dessen Beschreibung an besonderer Stelle gegeben wird.

Der Gang der FÖRSTER'schen Ableitungen ist folgender. Ganz allgemein wird für ein Passageninstrument zunächst in beliebiger Verticalebene bezeichnet durch

P der Punkt, in dem die Verlängerung der Erdaxe,

K der Punkt, in dem die Verlängerung eines bestimmten Endes der Drehungsaxe des Passageninstruments,

S der Punkt — das Gestirn — in dem die Verlängerung des Objectivendes der optischen Axe des Instruments die Himmelskugel trifft.

Da nun jeder Stern in seinem täglichen Laufe im Allgemeinen in zwei verschiedenen Durchgängen, sei es in oberer und unterer Culmination, sei es im Ost- und Westvertical oder in zwei verschiedenen Lagen der Drehungsaxe eingestellt werden kann, so mögen diese beiden Lagen von K mit K' und K'' bezeichnet sein. Aus dem halben Rectascensionsunterschied von K' und K'', d. h. dem halben Sternzeitunterschied von zwei aufeinander folgenden Einstellungen lässt sich jeder der beiden gleichen Winkel $K'PS$ und $K''PS$, die mit $90° + k$ bezeichnet werden, ermitteln. Es sei dann der Neigungswinkel der Drehungsaxe gegen die Erdaxe $= 90° - n$, der der optischen Axe gegen die Drehungsaxe

$= 90° + c$, die Poldistanz des Sternes $= p$, so liefert das Dreieck PKS die bekannte Gleichung:

$$- \sin c = \cos p \sin n - \sin p \cos n \sin Q. \qquad (1)$$

Bei der Aufstellung des Instrumentes im Meridian dient diese Gleichung, indem man denselben Stern in oberer und unterer Culmination beobachtet, und daraus Q ermittelt, bei sonst bekanntem p und c zur Bestimmung von $90° - n$, wo man dann bei genügend kleinen Werthen von c und n einfach setzt:

$$n \cos p + c = Q \sin p.$$

Ist das Instrument dagegen im ersten Vertical aufgestellt, so kann die Gleichung in der Form

$$\sin (p - n) = 2 \sin p \cos n \sin^2 \tfrac{1}{2} M + \sin c, \qquad (2)$$

wo M für $90° - Q$ gesetzt ist, sowohl zur Bestimmung von n aus Q, p, c, dann mit Hilfe der Neigung i der Drehungsaxe gegen den Horizont zur Ermittelung der Polhöhe φ, als auch umgekehrt zur Bestimmung der Poldistanz p aus Q, n, c dienen, wo dann n aus φ und i nach bekannter Weise hergeleitet wird.

Es kann nun aber theoretisch wenigstens dieselbe Gleichung auch beim Durchgangsinstrument im Meridian, ebenso wie im ersten Vertical dazu benutzt werden, um nicht nur aus bekannten Q, p, c die Grösse n, sondern auch aus Q, n, c das unbekannte p, d. h. einerseits die Polhöhe, andererseits Differenzen von Poldistanzen zu ermitteln. Dasselbe würde auch für die zwischenliegenden Neigungen der Drehungsaxe gegen die Erdaxe, nämlich von $n = 0$ bis $n = 90° - \varphi$ der Fall sein.

Bezeichnen wir die Sternzeiten der beiden correspondirenden Durchgangsepochen eines Sternes von bekannter Poldistanz p_1 mit T_1', T_1'', die der entsprechenden Durchgangsepochen eines Sternes von unbekannter Poldistanz p_2 mit T_2', T_2'' und setzen

$$\begin{aligned} t_1 &= \tfrac{1}{2}(T_1'' - T_1') \\ t_2 &= \tfrac{1}{2}(T_2'' - T_2'), \end{aligned} \qquad (3)$$

so ergeben sich leicht folgende Gleichungen unter bekannter Einführung von Hilfsgrössen zur Ermittelung von p_2:

$$\begin{aligned} a \cos A &= \cos p_1 \\ a \sin A &= \sin p_1 \cos t_1 \\ a \sin (A - n) &= \sin c \\ b \sin B &= \sin n \\ b \cos B &= \cos n \cos t_2 \\ b \sin (p_2 - B) &= \sin c. \end{aligned} \qquad (4)$$

Kann man c vernachlässigen, oder ist c durch Umlegung bei den beobachteten Durchgängen eliminirt, so wird dann $n = A$ und $p_2 = B$ und

$$\begin{aligned} \operatorname{tang} n &= \operatorname{tang} p_1 \cos t_1 \\ \operatorname{tang} p_2 &= \operatorname{tang} p \sec t_2 = \operatorname{tang} p_1 \frac{\cos t_1}{\cos t_2}. \end{aligned}$$

Es lässt sich nun zeigen, dass die Poldistanz p_2 aus der bekannten p_1 um so sicherer erhalten wird, je weniger die beiden Poldistanzen, insbesondere p_1 von n verschieden sind; ferner, dass man mit dem Universaltransit in mittlere Breiten die Poldistanzen bis zum Nordpol des Himmels einerseits und bis zu etwa 20° südlicher Zenithdistanz aus den bekannten Poldistanzen solcher Sterne, die den ersten Vertical nahe dem Zenith passiren, fast ohne Einwirkung systematischer Instrumentalfehler oder der Strahlenbrechung mit Sicherheit ermitteln

kann, indem man nur Durchgangsbeobachtungen in entsprechenden Azimuthen, im ersten Vertical oder nahe dem Meridian bei beiden Durchgangsepochen des Sternes anstellt. Wenn man nun diese Durchgangsbeobachtungen noch mit der Messung von Zenithdistanzunterschieden nach der HORREBOW-TALCOTT-Methode verbindet, so wird man auch die Polhöhen erhalten. Bezeichnen wir dazu die Poldistanz eines Sternes, der den ersten Vertical sehr nahe dem Zenith passirt, mit p_1, die eines dem Pol näheren Sternes mit p_2, die eines südlich vom Zenith culminirenden mit p_3. Dann ist ähnlich wie vorher

$$\begin{aligned} tang\, p_2 &= tang\, p_1 \frac{\cos t_{1,2}}{\cos t_2} \\ tang\, p_3 &= tang\, p_1 \frac{\cos t_{1,3}}{\cos t_3}, \end{aligned} \tag{6}$$

wo die $t_{1,2}$, t_2 und $t_{1,3}$, t_3 die aus den Durchgangsbeobachtungen und Zeitmessungen hervorgehenden Grössen sind, wie sie ähnlich oben gebildet wurden.

Denkt man sich den noch unbekannten wahren Werth von p_1 aus dem Näherungswerth p_1^0 und einer unbekannten Verbesserung dp_1 zusammengesetzt, und bezeichnet man mit u_2 und u_3 bekannte von p_1^0, $t_{1,2}$, t_2 bezw. p_1^0, $t_{1,3}$, t_3 abhängige Grössen, so ist

$$\begin{aligned} p_2 &= p_1^0 + u_2 + dp_1 \frac{\sin 2p_2}{\sin 2p_1} \\ p_3 &= p_1^0 + u_3 + dp_1 \frac{\sin 2p_3}{\sin 2p_1}. \end{aligned} \tag{7}$$

Wenn man nämlich die Gleichung 1 total differenzirt, so erhält man

$$\begin{aligned} -\cos c\, dc &= dn(\cos p \cos n + \sin p \sin n \sin Q) \\ &- dp(\sin p \sin n + \cos p \cos n \sin Q) - dQ \sin p \cos n \cos Q \\ &= dn\left(\frac{\cos p + \sin n \sin c}{\cos n}\right) - dp\left(\frac{\sin n + \cos p \sin c}{\sin p}\right) - dQ \sin p \cos n \cos Q. \end{aligned}$$

Nimmt man hier $c = 0$, so wird

$$0 = dn \frac{\cos p}{\cos n} - dp \frac{\sin n}{\sin p} - dQ \sin p \cos n \cos Q,$$

woraus

$$\begin{aligned} dn &= dQ\, tang\, p \cos^2 n \cos Q + dp \frac{\sin 2n}{\sin 2p} \\ dp &= -dQ \sin^2 p\, cotang\, n \cos Q + dn \frac{\sin 2p}{\sin 2n}. \end{aligned} \tag{8}$$

Nimmt man dann zunächst an, dass die in dQ vereinten Beobachtungsfehler eliminirt oder so eingeschränkt werden, dass sie vernachlässigt werden dürfen, dass p_1 die bekannte Poldistanz eines Sternes, p_2 die unbekannte eines anderen ist, so hat man

$$\begin{aligned} dn &= dp_1 \frac{\sin 2n}{\sin 2p_1} \\ dp_2 &= dn \frac{\sin 2p_2}{\sin 2n} = dp_1 \frac{\sin 2p_2}{\sin 2p_1}. \end{aligned} \tag{9}$$

Ebenso ist, wenn die Poldistanz des Zeniths, $90° - \varphi$, mit ψ bezeichnet wird

$$tang\, p_1 = tang\, \psi \sec t_1,$$

und führt man für das unbekannte ψ auch zunächst einen Näherungswerth ψ_0 und die unbekannte kleine Verbesserung $d\psi$ ein, so wird auch

$$p_1^0 + dp_1 = \psi_0 + u_1 + d\psi \frac{\sin^2 p_1}{\sin 2\psi}, \tag{10}$$

wo wieder u_1 eine bekannte Function von ψ_0 und t_1 ist, und insbesondere die Neigung der Rotationsaxe gegen den Horizont enthält. Durch Verbindung dieser Gleichung mit den Gleichungen (7) wird, wenn man

$$p_1^0 = \psi_0 + u_1 \quad \text{und} \quad dp_1 = d\psi \frac{\sin 2p_1}{\sin 2\psi}$$

nimmt

$$p_2 = \psi_0 + u_1 + u_2 + d\psi \frac{\sin 2p_2}{\sin 2\psi}$$

$$p_3 = \psi_0 + u_1 + u_3 + d\psi \frac{\sin 2p_3}{\sin 2\psi}$$

und sind nun p_2 und p_3 so ausgewählt, dass ihr Mittelwerth bis auf wenige Secunden gleich ψ ist und der in

$$\psi_0 + d\psi = \tfrac{1}{2}(p_2 + p_3) + u_4$$

gegebene Unterschied mit dem Niveau ermittelt werden kann, so wird,

$$d\psi = u_1 + \tfrac{1}{2}(u_2 + u_3) + u_4 + \tfrac{1}{2} d\psi \frac{\sin 2p_2 + \sin 2p_3}{\sin 2\psi}$$

$$= \frac{\sin 2\psi}{\sin 2\psi - \frac{1}{2}(\sin 2p_2 + \sin 2p_3)} [u_1 + u_4 + \tfrac{1}{2}(u_2 + u_3)].$$

Nach den in den FÖRSTER'schen Abhandlungen durchgeführten speciellen Untersuchungen über die erreichbare Genauigkeit kann man den Werth der Methode, wenn sie in geeigneter Weise zur Anwendung kommt, kaum in Frage ziehen, nur wird man den schon erwähnten schwachen Punkt, die lange Zwischenzeit, während der man auf die Constanz des Instruments und Uhrgangs angewiesen ist, dadurch zu umgehen suchen müssen, dass man einestheils nur Uhren allerverlässlichster Art und andererseits ein in fester Aufstellung befindliches Instrument verwendet. Diese nicht leicht erfüllbaren Bedingungen werden die Ursache sein, dass die Methode praktisch noch nicht verwerthet wurde.

KAPTEYN[1]) fordert Beobachtungen zweierlei Art, welche beide mit einem Altazimuth ausgeführt werden können, aber ebenfalls ziemlich lichtstarke Fernrohre verlangen, da auch hier die Zuflucht zu schwächeren Sternen genommen werden muss. Die beiden Beobachtungsarten sind: 1) Unterschiede in Zenithdistanzen von Sternpaaren bei ihrer Culmination in nahezu gleicher Entfernung nördlich und südlich vom Zenith und zwar in einer Höhe, die nie beträchtlich kleiner sein soll als die Polhöhe des Beobachtungsortes; 2) Unterschiede im Azimuth von Sternen, deren Deklinationen wenigstens innerhalb weniger Grad einander gleich sind und die unmittelbar nach einander in gleicher Zenithdistanz und fast in gleicher Entfernung östlich und westlich vom Meridian beobachtet werden. Für andere in Betracht kommende Grössen wird nur genäherte Kenntniss vorausgesetzt. Bei dieser Methode tritt der Einfluss systematischer Fehler sehr zurück, und auch hinsichtlich der bei den Polhöhenbestimmungen so sehr zu fürchtenden Fehlerquelle, der Refraction, kommt man mit Voraussetzungen aus, welche auch sonst nicht zu umgehen sind, nämlich erstens, dass die Refractionen in gleicher Entfernung nördlich und südlich vom Zenith einander

[1]) »Ueber eine Methode, die Polhöhe möglichst frei von systematischen Fehlern zu bestimmen« von J. C. KAPTEYN, in der Zeitschrift »COPERNICUS, an international Journal of Astronomy ed. by R. COPELAND and J. L. E. DREYER«. Vol. III. DUBLIN 1884.

gleich sind, oder wenigstens bis zu einer Zenithdistanz, die gleich $90° - \varphi$ ist, nicht systematisch verschieden sind; und zweitens, dass eine systematisch wirkende seitliche Refraction nicht befürchten werden muss. Es wird hier, wie auch sonst bei genauen Messungen von Zenithdistanzen, immerhin geboten sein, dass man sich grosser Umsicht bei der Beobachtung selbst, oder auch hinsichtlich der Verwerthung und Benutzung des Beobachtungsraumes befleissigt, dann aber dürfte ein Fehler, der einige Hundertel der Bogensecunde erreicht, kaum zu erwarten sein, und man ist zu dem Schluss berechtigt, dass diese Unsicherheit nur einen kleinen Bruchtheil der Unsicherheiten ausmachen wird, die aus totalen Refractionen bei der Messung absoluter Zenithdistanzen entstehen können. Von anderen in Betracht kommenden systematischen Fehlerquellen wären besonders die Biegung von Rohr und Kreis, sowie die Theilfehler der Kreise zu berücksichtigen. Diese lassen sich aber durch Combination der Beobachtungen in verschiedenen Kreislagen, durch Kreisdrehungen, wodurch man auf andere Theilstriche kommt, fast vollständig eliminiren, oder was die Theilfehler betrifft, durch ihre Bestimmung unschädlich machen. Ebenso wird endlich ein Fehler durch den Uhrgang nicht zu befürchten sein, da die direct mit einander zu verbindenden Beobachtungen nur wenige Minuten dauern, während welcher man allemal bei den in solchen Fällen zur Anwendung kommenden Uhren die Constanz des Ganges anzunehmen berechtigt ist.

Die einfachste Form der Methode ist nun die folgende: Sei P ein Circumpolarstern, und S_1, S_2 zwei südliche Sterne, deren Deklinationen innerhalb weniger Secunden gleich sind. Es soll ferner der Stern S_1 bis auf wenige Minuten gleichzeitig mit der oberen Culmination von P culminiren, und S_2 ebenso mit der unteren Culmination von P. Man bestimmt dann folgende 4 Grössen:

1) Wenn der Stern S_1 mit S_2 bis auf einige Secunden gleiche Zenithdistanz, daher auch gleiches Azimuth hat, wobei S_1 als östlich, S_2 als westlich vom Meridian vorausgesetzt wird, die Differenz

$$\text{Azimuth } S_2 - \text{Azimuth } S_1 = h$$
$$\text{Beobachtungszeit } S_2 - \text{Beobachtungszeit } S_1 = \lambda.$$

2) Dieselben Grössen, wenn sich der Stern S_1 westlich und S_2 östlich vom Meridian befindet, also

$$\text{Azimuth } S_1 - \text{Azimuth } S_2 = h'$$
$$\text{Beobachtungszeit } S_1 - \text{Beobachtungszeit } S_2 = \lambda'.$$

3) Wenn P in oberer Culmination und, wie angenommen, nahe gleichzeitig mit S_1 den Meridian passirt, die Differenz

$$\text{Zenithdistanz } P_1 \text{ ob. Culm.} - \text{Zenithdistanz } S_1 = \beta,$$

ebenso

4) Zenithdistanz P_1 unt. Culm. — Zenithdistanz $S_2 = \beta'$.

Dann ergiebt sich die Polhöhe nach der allgemeinen Gleichung

$$\sin t \operatorname{cotang} A = \sin \varphi \cos \delta - \cos \varphi \operatorname{tang} \delta$$

hier

$$\sin \varphi \sin \tfrac{1}{2}(\lambda + \lambda') - \cos \varphi \operatorname{cotang}\{2\varphi + \tfrac{1}{2}(\beta + \beta')\} + \cos \tfrac{1}{2}(\lambda + \lambda') \operatorname{cotang} \tfrac{1}{2}(h + h') = 0. \quad (1)$$

Die Polhöhe wird also in der That unabhängig von den Deklinationen und absoluten Azimuthen, und nur aus den Unterschieden der Zeiten λ, λ', denen der Azimuthe h, h' und denen der Zenithdistanzen β, β' bestimmt, wenn man bei der Wahl der Sterne daran festhält, dass die Deklinationen der südlichen Sterne S_1, S_2 möglichst nahe gleich $2\varphi - 90°$ und der Polstern dem Pol möglichst nahe steht.

In dieser Form ist nun aber die Methode in der Praxis nicht verwendbar, denn es werden sich nur ganz ausnahmsweise unter den allein hier in Frage kommenden helleren Sternen solche finden lassen, deren Oerter den obigen Bedingungen genügen, d. h. also solche, deren Deklinationen bis auf einige Secunden gleich sind, die in der erforderlichen Zenithdistanz culminiren, deren Rectascensionen fast genau um 12 Stunden von einander verschieden sind. Wollte man aber wenigstens von letzterer Bedingung abgehen, so müssten die mit λ bezeichneten Grössen sehr verschieden ausfallen, es würde beträchtlicher Zeitverlust und Abhängigkeit vom Uhrgang die Folge sein. Man wird daher die Grenzen der Deklinationen und der Azimuthe erweitern müssen, damit aber freilich wieder auf die vollständige Unabhängigkeit von der Deklination des Polsternes und der absoluten Azimuthe verzichten müssen. Ferner wird aber diese Methode in der angegebenen Form nur für grosse Polhöhen verwendbar sein, da bei klein bleibendem λ in Polhöhen unter 45—50° die Beobachtungen in viel zu kleinen Höhen angestellt werden müssten, was selbstverständlich zu vermeiden ist. Die Methode fordert daher, wenn anders sie praktischen Werth haben soll, nach verschiedenen Richtungen eine Erweiterung. Nun können zur Beobachtung eine grössere Anzahl Sterne, deren Rectascensionen über alle 24 Stunden des Himmels regelmässig vertheilt sind, herangezogen werden, sodass n Polsterne mit ihren $2n$ Culminationen nahe gleichzeitig mit $2n$ Südsternen den Meridian passiren und dabei die Zenithdistanzen gemessen werden.

Bezeichnen wir mit S_1, S_2, S_3 . . . . S_{2n} die $2n$ südlichen Sterne, die nach Rectascensionen geordnet sind und bis auf wenige Minuten nach Zwischenräumen von $\frac{24^h}{2n}$ culminiren. Die Deklinationen sollen dabei nur um wenige Grade von einander verschieden sein und möglichst gleichmässig nördlich und südlich von $\delta = 2\varphi - 90°$ liegen. Ferner seien P_1, P_2 . . . . P_{2n} die n Circumpolarsterne nach ihren $2n$ Culminationen geordnet, und es sollen diese mit den Culminationen der Sterne S_1 . . . . S_n nahe zusammenfallen. Für einen Stern P_k finden also die beiden Culminationen P_{k+n} und P_{k-n} statt.

Nun werde im Augenblick des Durchganges eines jeden Sternpaares S_k und P_k der Unterschied in der Zenithdistanz beobachtet. Ferner bestimme man den Unterschied der Azimuthe und den entsprechenden der Beobachtungszeiten zwischen jedem Sternpaar S_k und S_{k+l}, wenn ihre Zenithdistanzen gleich sind und wo dann $l\frac{24^h}{2n}$ der Rectascensionsunterschied ist, indem l eine ganze positive Zahl kleiner als $2n$ ist. Sobald dann alle $2n$ Differenzen der Zenithdistanzen und die im Azimuth bestimmt sind, wobei jeder Stern einmal östlich und einmal westlich vom Meridian eingestellt wird, ist alles für die Polhöhenbestimmung erforderliche vorhanden.

Wir bezeichnen mit α_k, δ_k die Rectascension und Deklination des Sternes S_k mit Δ_k die Deklination des Circumpolarsterns P_k, und wenn wir die Deklination in unterer Culmination einfach über 90° hinüber zählen, so haben wir also auch hier für k alle bei den Südsternen angenommenen Werthe 1 bis $2n$, und es wird immer $\Delta_k + \Delta_{k+n} = 180°$ sein. Ferner sei

$A_{k,w}$	$A_{k,o}$	das absolute Azimuth
$T_{k,w}$	$T_{k,o}$	die Durchgangszeit
$t_{k,w}$	$t_{k,o}$	der Stundenwinkel
$z_{k,w}$	$z_{k,o}$	die Zenithdistanz
$\omega_{k,w}$	$\omega_{k,o}$	der parallactische Winkel

des Sterns bei der Beobachtung westlich, bezw. östlich vom Meridian, β der im Meridian beobachtete Unterschied der Zenithdistanzen von P_k und S_k, und λ, h die den obigen Differenzen entsprechenden Grössen, welche durch die Gleichungen

$$\lambda_{k,\,k+l} = T_{k,\,w} - T_{k+l,\,o} \tag{2}$$
$$h_{k,\,k+l} = A_{k,\,w} - A_{k+l,\,o} \tag{3}$$

gegeben sind. Darnach liefern die $6n$ beobachteten Grössen λ, h, β die $6n$ Gleichungen

$$\alpha_k + t_{k,\,w} - \alpha_{k+l} - t_{k+l,\,o} = \lambda_{k,\,k+l} \tag{4}$$
$$A_{k,\,w} - A_{k+l,\,o} = h_{k,\,k+l} \tag{5}$$
$$\delta_k + \Delta_k - 2\varphi = \beta_k \tag{6}$$

und ferner bestehen noch zwischen den Unbekannten $4n$ Gleichungen der Form

$$\begin{aligned} -\sin\varphi\cos t_{k,\,w} + \cos\varphi \,\mathrm{tang}\, \delta_k + \sin t_{k,\,w} \,\mathrm{cotang}\, A_{k,\,w} &= 0 \\ -\sin\varphi\cos t_{k,\,o} + \cos\varphi \,\mathrm{tang}\, \delta_k + \sin t_{k,\,o} \,\mathrm{cotang}\, A_{k,\,o} &= 0 \end{aligned} \tag{7}$$

Um nun hiernach die Unbekannten, deren es mehr als Gleichungen giebt, insbesondere φ zu bestimmen, muss man Näherungswerthe annehmen und noch einige weitere Bedingungen einführen, durch die die Zahl der Gleichungen vermehrt wird. Die Näherungswerthe von φ, δ_k, A_k, Δ_k u. s. w. werden durch $\varphi^0 + d\varphi$, $\delta_k^0 + d\delta$ u. s. w. bezeichnet und es wird angenommen, dass diese Näherungswerthe für die verschiedenen Grössen im Dreieck Pol, Zenith, Stern mit einander derartig vereinbar sind, dass z. B. der östliche bezw. westliche Stundenwinkel für sie nach der Formel

$$\sin\varphi^0 \cos t_{k,\,o}^0 + \cos\varphi^0 \,\mathrm{tang}\, \delta_k + \sin t_{k,\,o}^0 \,\mathrm{cotang}\, A_{k,\,o}^0 = 0 \tag{8}$$

bestimmt werden kann. Dadurch werden, wenn man

$$\alpha_k^0 - \alpha_{k+l}^0 + t_{k,\,w}^0 - t_{k+l,\,o}^0 = \lambda_{k,\,k+l}^0$$

u. s. w. setzt, die Differenziale die wirklichen Unbekannten und man hat dann zu ihrer Bestimmung die Gleichungen

$$d\alpha_k - d\alpha_{k+l} + dt_{k,\,w} - dt_{k+l,\,o} = \lambda_{k,\,k+l} - \lambda_{k,\,k+l}^0 \tag{9}$$
$$dA_w - dA_{k+l,\,o} = h_{k,\,k+l} - h_{k,\,k+l}^0 \tag{10}$$
$$d\delta_k + d\Delta_k - 2\,d\varphi = \beta_k - \beta_k^0 \tag{11}$$

$$dt_{k,\,w} = \frac{\sin z_{k,\,w}^0}{\cos\omega_{k,\,w}^0 \cos\delta_k^0}\, dA_{k,\,w} + \frac{\cos z_{k,\,w}^0 \sin A_{k,\,w}^0}{\cos\omega_{k,\,w}^0 \cos\delta_k^0}\, d\varphi - \frac{\mathrm{tang}\,\omega_{k,\,w}^0}{\cos\delta_k^0}\, d\delta_k \tag{12}$$

$$dt_{k,\,o} = \frac{\sin z_{k,\,o}^0}{\cos\omega_{k,\,o}^0 \cos\delta_k^0}\, dA_{k,\,o} + \frac{\cos z_{k,\,o}^0 \sin A_{k,\,o}^0}{\cos\omega_{k,\,o}^0 \cos\delta_k^0}\, d\varphi - \frac{\mathrm{tang}\,\omega_{k,\,o}^0}{\cos\delta_k^0}\, d\delta_k. \tag{13}$$

Durch Summation sämmtlicher Gleichungen (9) werden die Rectascensionen alle eliminirt und man erhält dafür

$$\Sigma dt_{k,\,w} - \Sigma dt_{k,\,o} = \Sigma(\lambda - \lambda^0). \tag{14}$$

Um die δ zu eliminiren, werden die Gleichungen (11) und (12) benützt und zunächst zur Abkürzung gesetzt

$$\begin{aligned} C &= \frac{\sin z^0}{\cos\omega^0 \cos\delta^0} = \frac{\sin t^0}{\sin A^0 \cos\omega^0} \\ E &= \mathrm{tang}\,\omega^0 \sec\delta^0 \\ D &= 2\,\mathrm{tang}\,\omega^0 \sec\delta^0 - \cos z^0 \sin A^0 \sec\omega^0 \sec\delta^0 = 2E\left(1 - \frac{\cos z^0 \cos\delta^0}{2\cos\varphi^0}\right), \end{aligned} \tag{14}$$

woraus

$$dt_{k,w} = C_{k,w}dA_{k,w} - D_{k,w}d\varphi - E_{k,w}(\beta_k - \beta_k^0) + E_{k,w}d\Delta_k$$
$$dt_{k,o} = C_{k,o}dA_{k,o} - D_{k,o}d\varphi - E_{k,o}(\beta_k - \beta_k^0) + E_{k,o}d\Delta_k \qquad (15)$$

und durch Einsetzung in (14) folgt

$$\begin{aligned} d\varphi\Sigma(D_{k,w} - D_{k,o}) &= -\Sigma(\lambda - \lambda^0) - \Sigma(E_{k,w} - E_{k,o})(\beta_k - \beta_k^0) \\ &+ \Sigma(E_{k,w} - E_{k,o})d\Delta_k + \Sigma C_{k,w}dA_{k,w} - \Sigma C_{k_0}dA_{k,o} \\ &= -\Sigma(\lambda - \lambda^0) + \tfrac{1}{2}\Sigma(C_{k,w} + C_{k+l,o})(h_{k,k+l} - h^0_{k,k+l}) \\ &- \Sigma(E_{k\,w} - E_{k,o})(\beta_k - \beta_k^0) + \Sigma(E_{,k\,w} - E_{k,o})d\Delta_k \\ &+ \tfrac{1}{2}\Sigma(C_{k,w} - C_{k+l,o})(dA_{k,w} + dA_{k+l,o}). \end{aligned} \qquad (16)$$

Auch diese Gleichung führt, wenn $n = 1$ ist und alle Deklinationen bis auf einige Secunden gleich sind, wenn ferner die Azimuthbeobachtungen alle bis auf wenige Secunden in gleichen Entfernungen vom Meridian angestellt werden, zu dem Resultat, dass die Polhöhe sich unabhängig von Δ_k und den absoluten Azimuthen bestimmen lässt, da man für alle Deklinationen die gleiche Näherung δ^0 annehmen kann. Setzt man dann noch

$$A^0_{k,w} = A, \qquad A^0_{k,o} = 360° - A, \qquad t^0_{k,w} = t, \qquad t^0_{k,o} 360° - t,$$

so ist unter Fortlassung der Indices

$$n\,d\varphi = -\frac{1}{4D}\Sigma(\lambda - \lambda^0) + \frac{C}{4D}\Sigma(h - h^0) - \frac{E}{2D}\Sigma(\beta - \beta^0).$$

Allerdings lässt sich ja eine so vollständige Gleichheit der Deklinationen kaum erreichen, es lässt sich aber feststellen, dass der Maximalcoëfficient, mit dem ein constanter Fehler in allen angenommenen Deklinationen in $d\varphi$ eingeht, stets sehr klein ist und durch besondere Auswahl der Sterne kann man ihn ganz zum Verschwinden bringen. Hat man für Δ_k so genäherte Werthe, dass sie von der Wahrheit kaum mehr als um 1″—2″ abweichen, so können die beiden letzten Glieder in (16) vernachlässigt werden. Soweit kann man aber die Näherung leicht erhalten, wenn man die Beobachtungen der grössten Azimuthe der Circumpolarsterne gleich an denselben Abenden mit bestimmt.

Werden hiernach die zur Berechnung der Azimutheinstellungen und zur Reduction der Beobachtungen nöthigen Formeln zusammengestellt, so ergiebt sich folgendes: Sei der Stern α_k, δ_k zur Zeit $T_{k,w}$ westlich vom Meridian im Stundenwinkel $t_{k,w} = T_{k,w} - \alpha_k$ beobachtet, der Stern α_{k+l}, δ_{k+l} zur Zeit $T_{k+l,o}$ im Stundenwinkel $t_{k+l,o}$, dann sind die Zenithdistanzen gegeben durch

$$\cos z_{k,w} = \sin\delta_k \sin\varphi + \cos\delta_k \cos\varphi \cos t_{k,w}$$
$$\cos z_{k+l,o} = \sin\delta_{k+l} \sin\varphi + \cos\delta_{k+l} \cos\varphi \cos t_{k+l,o}.$$

Nun soll $z_{k,w} = z_{k+l,o}$ sein und zwischen der östlichen und westlichen Beobachtung die Zeit $\lambda_{k,k+l}$ vergehen. Man hat dann

$$t_{k,w} = T + \tau$$
$$t_{k+l,o} = -T + \tau,$$

wo T und τ durch die Gleichungen

$$T = \tfrac{1}{2}(\alpha_{k+l} - \alpha_k) + \tfrac{1}{2}\lambda_{k,k+l}$$
$$\sin(\tau + \vartheta) = \operatorname{tang}\varphi \cos\vartheta \operatorname{cosec} T \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(\delta_k - \delta_{k+l}),$$

in welcher letzteren

$$\operatorname{tang}\vartheta = \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(\delta_k + \delta_{k+l}) \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(\delta_k - \delta_{k+l}) \operatorname{cotang} T$$

bestimmt werden. Hiernach ergeben die GAUSS'schen Gleichungen Azimuth, Zenithdistanz und parallactischen Winkel. Für φ, α_k, δ_k, Δ_k werden die Näherungen φ^0, α_k^0, δ_k^0, Δ_k^0, angenommen, und für diese die scheinbaren Oerter der Beob-

achtungstage berechnet. Für die absoluten Azimuthe werden als Näherungen die direkt beobachteten genommen. Dann rechnet man nach (16), wobei die Coefficienten D, E u. s. w. nur von φ^0, δ_k^0, A_k^0 abhängig sind und sich für eine bestimmte Polhöhe in kleinen Täfelchen mit Deklination und Azimuth als Argument bringen lassen. Die β_0, λ_0 und t werden nach den Formeln (6), (4), (8) gerechnet, wo in (6) und (4) die Näherungswerthe einzusetzen sind, und wobei nur die (8) für t die siebenstellige, also umständlichere Rechnung fordert.

Um nun noch bei der Messung der Zenithdistanzen die HORREBOW-Methode zur Anwendung bringen zu können, und überhaupt bei Auswahl der Sterne nicht auf so enge Grenzen angewiesen zu sein, führt KAPTEYN selbst noch eine Modifikation seiner Methode an. Wählt man z. B. die Sterne so aus, dass man 2 Polsterne mit 4 südlichen Sternen verbindet, so hat man darauf zu achten, dass die Deklinationen der Polsterne nicht mehr als 2°, dass ihre Rectascensionen aber 12^h verschieden sind, und dass die südlichen Sterne bis auf wenige Zeitminuten gleichzeitig und bis auf wenige Bogenminuten in gleicher Zenithdistanz wie die Polsterne in oberer, bezw. unterer Culmination in den Meridian kommen. Nimmt man 3 Polsterne und 6 Südsterne, so sind erstere so zu wählen, dass die oberen Culminationen gleichmässig über die 24 Stunden vertheilt liegen und ihre Deklinationen innerhalb einiger Grade gleich sind und die Südsterne mit diesen Culminationen gleichzeitig (bis auf wenige Minuten) culminiren. Sind also die Rectascensionen der Sterne P_1, P_2, P_3, bezw. α, $\alpha + 8^h$, $\alpha + 16^h$, so sind die unteren Culminationen $\alpha + 12^h$, $\alpha + 20^h$, $\alpha + 4^h$, und entsprechend die Rectascensionen der südlichen Sterne. Die Sterne S_1, S_3, S_5 sind zur Zeit der oberen Culmination der Sterne P_1, P_2, P_3 im Meridian, die Sterne S_2, S_4, S_6 zur Zeit der unteren Culmination der Sterne P_3, P_1, P_2. Wählt man dann die Südsterne S_1, S_3, S_5 derart, dass sie bis auf wenige Minuten in gleicher Zenithdistanz culminiren wie P_1, P_2, P_3 in oberer Culmination, und S_2, S_4, S_6 entsprechend wie P_3, P_1, P_2 in unterer Culmination, so wird man die HORREBOW-sche Methode anwenden können, und es werden ausserdem die Deklinationen der Sterne S_1, S_3, S_5 bezw. die der S_2, S_4 S_6, innerhalb weniger Grade einander gleich, und bei der Bestimmung der Azimuthunterschiede der Sternpaare $S_2 S_3$, $S_4 S_5$, $S_6 S_1$ werden die beiden Sterne eines Paares so nahe symmetrisch zum Meridian stehen, dass der Werth der Coëfficienten $C_{1,w} - C_{3,o}$ (Gl. 16) fast verschwindet. Ferner ist hier die Summe der Rectascensionsunterschiede gleich Null und die Coefficienten der absoluten Azimuthe, sowie die der Fehler der angenommenen Polsterndeklinationen (dA, $d\Delta$) werden so gering, dass man $d\varphi$ frei von ihnen erhält.

CONTARINO's Methode[1]) hat in mancher Beziehung Aehnlichkeit mit der soeben entwickelten von KAPTEYN. Bei ihr werden die Azimuthunterschiede zwischen den Durchschnittspunkten des durchs Zenith laufenden Parallels mit dem 6^h, bezw. 4^h Stundenkreis gemessen.

Nehmen wir einen Stern, dessen Deklination δ genau gleich der Polhöhe φ des Beobachtungsortes ist und messen wir mit einem Altazimuth das Azimuth a dieses Sternes in dem Augenblick, wo sein Stundenwinkel t 6^h beträgt, so ergiebt diese alleinige Azimuthmessung, wenn wir in der allgemeinen Gleichung

$$\cos\varphi \operatorname{tang}\delta = \sin\varphi \cos t + \operatorname{cotang} a \sin t \tag{1}$$

$\varphi = \delta$ und $t = 90°$ setzen, die Polhöhe durch die Formel

$$\sin\varphi = \operatorname{cotang} a.$$

1) FR. CONTARINO »su di un metodo per determinare la latitudine geografica indipendentemente dai piccoli errori delle coordinate delle stelle.« Napoli 1897.

In der Praxis wird nun dieser ideale Fall, da er in solcher Gestalt schon wegen Mangels geeigneter Sterne nicht ausführbar ist, durch Modifikationen zu ersetzen sein. Dies kann nun geschehen, indem man zwei dem Zenith sehr nahe Sterne, S_1 und S_2 beobachtet, deren Rectascensionen bis auf wenige Minuten um 12 Stunden verschieden sind und deren Deklinationen auch nur wenige Bogenminuten von der Polhöhe abweichen dürfen. Es wird dann die Messung des Azimuths ersetzt durch solche von Azimuth*unterschieden* und zu diesen tritt dann noch die Beobachtung von Zenithdistanzen oder von Unterschieden derselben beim Durchgang der Sterne durch den Meridian, sodass beobachtet wird eine erste Reihe, wobei das Instrument im Azimuth auf den Durchschnittspunkt des Zenithparallels und des 6 Uhr Stundenkreises gerichtet ist, und zwar am selben Tage einmal nach Ost, sodann nach West. In dieser Reihe werden die Momente bestimmt, in denen der eine Stern im Osten, der andere im Westen den Verticalfaden des Fadennetzes passirt, dabei darf das Fernrohr in Höhe nicht versetzt werden; sodann ist die Neigung der Horizontalaxe durch Ablesungen des Niveaus, und das Azimuth durch Ablesung der Mikroskope des Kreises bei den Azimutheinstellungen zu bestimmen. Bei der zweiten Reihe befindet sich das Instrument im Meridian und das Fernrohr nach dem Zenith gerichtet. In dieser Lage werden die Zenithdistanzen der Sterne durch Mikrometermessung bestimmt und dabei das Niveau wie bei der HORREBOW-Methode abgelesen. Die erste Reihe kann man mit einem Altazimuth beobachten, die zweite entweder mit demselben Instrument, wenn es mit einer HORREBOW-Libelle versehen ist, oder mit einem Zenithteleskop.

Um nun die Beobachtungen der ersten Reihe für beide Sterne in beiden Durchgängen durch den 6 Uhr Stundenkreis an demselben Tage zu erhalten, müssen die Rectascensionen der Sterne etwas grösser als die der Sonne sein, und die Bestimmungen müssen in die Jahreszeit verlegt werden, wo die Nächte länger als die Tage sind, also von Ende September bis Mitte März. Ein Paar der Durchgänge erfolgt dann Abends, das andere Morgens. An denselben Tagen, an denen man die Beobachtungen der ersten Reihe anstellt, kann man nun nicht beide der zweiten Reihe erhalten, sondern nur diejenige, wo der Stern um Mitternacht den Meridian passirt. Um diese Reihe auch vollständig zu erhalten, muss man 3 Monate vorher oder nachher beobachten, wo dann der eine Stern Abends, der andere Morgens den Meridian passirt.

Es ergeben sich nun in folgender Weise die Formeln, die man in der Praxis anzuwenden hat. Die Reihenfolge der Beobachtungen wird, wenn wir zuerst annehmen, dass der Rectascensionsunterschied der Sterne S_1, S_2 grösser als 12 Stunden ist, und dass der Stern mit geringerer Rectascension S_1 im Osten ist, durch nachstehendes Schema bestimmt:

Abends nach Sonnenuntergang wird S_1 im Osten beobachtet
und wenige Minuten nachher S_2 im Westen,
Morgens ungefähr 12 Stunden später S_1 im Westen,
und wenige Minuten nachher S_2 im Osten.

Ist dagegen der Rectascensionsunterschied kleiner als 12 Stunden, so wird man in demselben Fall, wo der Stern kleinerer Rectascension S_1 im Osten ist, in folgender Weise beobachten:

Abends nach Sonnenuntergang S_2 im Westen
und wenige Minuten nachher S_1 im Osten,
Morgens etwa 12 Stunden später S_2 im Osten,
und wenige Minuten nachher S_1 im Westen.

Sechs Monate vorher oder nachher, wo dann der Stern von geringerer Rectascension S_1 Abends im Westen ist, wird die Reihenfolge der Beobachtungen natürlich in beiden Fällen die umgekehrte. Für die weitere Berechnung genügt es einen Fall durchzunehmen, und es mag hier das zweite Schema zu Grunde gelegt werden. Bezeichnen wir mit

α_1, α_2 die Rectascensionen der Sterne S_1, S_2, die mit den kleinen Fehlern des benutzten Katalogs behaftet sind,
δ_1, δ_2 die Deklinationen dieser Sterne,
T_1, T_3 die Sternzeiten der Beobachtungen von S_1,
T_2, T_4 die " " S_2,
die Grössen T_1 bis T_4 behaftet mit den kleinen Fehlern der Uhrcorrection und des Uhrganges
a_1, a_2, a_3, a_4 die Azimuthe,
A_1, A_2, A_3, A_4 die Kreisablesungen der Azimuthe, wobei angenommen wird, dass A_1, A_4, auf denselben Theilstrich P, und A_2, A_3 auf denselben Theilstrich Q fallen.
b_1, b_2, b_3, b_4 die Neigungen der Horizontalaxe des Altazimuths, wie sie den obigen Sternzeiten entsprechen.

Wir wollen dann die Azimuthe und Stundenwinkel stets so zählen, dass sie immer positiv sind, nämlich vom Meridian und von Nord nach Ost, wenn der Stern im Osten ist, und vom Meridian und von Nord nach West, wenn der Stern im Westen ist. Ferner nehmen wir an, dass die Ablesungen am Kreise bei wachsendem Azimuth von Nord über Ost von 0° bis 360° gehen.

Zur Elimination der Catalogdeklination des beobachteten Sterns setzen wir nun in der obigen allgemeinen Gleichung (1)

$$\delta = \varphi - (\varphi - \delta)$$

wo $\varphi - \delta$ die Zenithdistanz ist, die sich aus später zu besprechenden Mikrometermessungen ergiebt. Darnach ist

$$tang\,\delta = tang\,\varphi - \frac{sin(\varphi - \delta)}{cos\,\varphi\,cos[\varphi - (\varphi - \delta)]}$$

und das Glied links in Gleichung (1) wird

$$sin\,\varphi - \frac{sin(\varphi - \delta)}{cos[\varphi - (\varphi - \delta)]}.$$

Da nun im vorliegenden Fall vorausgesetzt wird, dass t sehr nahe 90° oder 6^h ist, so ersetzen wir hier den Winkel durch den kleinen Winkel $t - 6^h$, und dann ist Gleichung (1) nun

$$cos\,t = -sin\,(t - 6^h) \qquad sin\,t = cos\,(t - 6^h)$$

$$sin\,\varphi = \frac{sin\,(\varphi - \delta)}{cos\,[\varphi - (\varphi - \delta)]} - sin\,\varphi\,sin\,(t - 6^h) + cotang\,a\,cos\,(t - 6). \qquad (2)$$

Bezeichne nun φ_0 einen bis auf wenige Secunden richtigen Näherungswerth der Polhöhe, a_0 das Azimuth des Durchschnittspunktes des dem Werthe φ_0 entsprechenden Parallelkreises mit dem 6 Uhr-Stundenkreis, so kann man a_0 nach der Formel

$$sin\,\varphi_0 = cotang\,a_0$$

berechnen. Setzt man dann

$$\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi \qquad a = a_0 + \Delta a,$$

daher

$$\sin\varphi = \sin\varphi_0 + \Delta\varphi \cos\varphi_0 \sin 1''$$
$$\operatorname{cotang} a = \operatorname{cotang} a_0 - \frac{\sin\Delta a}{\sin a_0 \sin(a_0 + \Delta a)}$$

und ferner

$$\cos(t - 6^h) = 1 - 2\sin^2 \tfrac{1}{2}(t - 6^h),$$

so wird die Gleichung (2) für jede der 4 Beobachtungen

$$\begin{aligned}\Delta\varphi \sin 1'' = {} & \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\varphi_0 \cos(\varphi_0 + \Delta\varphi - (\varphi - \delta))} - \frac{\sin(\varphi_0 + \Delta\varphi)}{\cos\varphi_0} \sin(t - 6^h) - \\ & - 2\operatorname{tang}\varphi_0 \sin^2 \tfrac{1}{2}(t - 6^h) - \frac{\sin\Delta a[1 - 2\sin^2\tfrac{1}{2}(t - 6^h)]}{\cos\varphi_0 \sin a_0 \sin(a_0 + \Delta a)}.\end{aligned} \tag{3}$$

Diese umständliche Form lässt sich nun nach mancher Richtung hin vereinfachen und für die Rechnung bequemer machen. Das geschieht dadurch, dass man die Glieder, welche schon $\Delta\varphi$ enthalten, unter Näherungsrechnung vereinigt, bei den kleinen Grössen die Sinus mit den Bögen vertauscht, bezw. kleine Grössen vernachlässigt. Nehmen wir an, dass $\Delta\varphi$ kleiner als $\pm 5''$, und $\varphi - \delta$ kleiner als $\pm 10'$ sei, dass ferner der Fehler Δa in der Einstellung im Azimuth in der Ost- und Westbeobachtung unter Einbeziehung des Indexfehlers, der Fehler in der Neigung und der Collimation, nicht grösser als $\pm 30''$ sei, ersetzen wir dann in Gleichung (2)

$\cos[\varphi - (\varphi - \delta)]$ durch $\cos\varphi$
$\operatorname{cotang} a$ durch $\sin\varphi$
$\cos(t - 6^h)$ durch 1,

so kommt

$$\sin(t - 6^h) = \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\sin\varphi \cos\varphi}$$

und mit hinreichender Genauigkeit

$$t - 6^h = \frac{\varphi - \delta}{\sin\varphi \cos\varphi} < \frac{\pm 10'}{\sin\varphi \cos\varphi}.$$

Um $\Delta\varphi$ in den verschiedenen Gliedern zu vereinigen, zerlegen wir zunächst die beiden ersten Glieder der rechten Seite in zwei Theile, von denen der eine $\Delta\varphi$ nicht enthält, der andere aber mit Vernachlässigung höherer Potenzen von $\Delta\varphi$ mit dem $\Delta\varphi \sin 1''$ der linken Seite vereinigt werden kann. Es werden dann nämlich die $\Delta\varphi$ nicht enthaltenden Theile

$$\frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\varphi_0 \cos[\varphi_0 - (\varphi - \delta)]} - \operatorname{tang}\varphi_0 \sin(t - 6^h)$$

und die $\Delta\varphi$ enthaltenden

$$\frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\varphi_0} \frac{\sin[\varphi_0 - (\varphi - \delta)]}{\cos^2[\varphi_0 - (\varphi - \delta)]} \Delta\varphi \sin 1'' - \sin(t - 6^h)\Delta\varphi \sin 1''.$$

Hier kann man nun für $\varphi_0 - (\varphi - \delta)$ einfach φ_0 und für $\sin(t - 6^h)$ wieder $\dfrac{\sin(\varphi - \delta)}{\sin\varphi_0 \cos\varphi_0}$ setzen und es werden dadurch die letzten Glieder

$$\frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos\varphi_0} \left\{\frac{\sin\varphi_0}{\cos^2\varphi_0} - \frac{1}{\sin\varphi_0}\right\} \Delta\varphi \sin 1'' = - \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\sin\varphi_0 \cos^2\varphi_0} \cos 2\varphi_0 \Delta\varphi \sin 1''.$$

In den meisten Fällen kann diese Grösse vernachlässigt werden, denn man findet den Faktor von $\Delta\varphi$ für

$\varphi = 30°$ $\mp 0''{\cdot}004\,\Delta\varphi$
$\varphi = 45°$ $0{\cdot}000$
$\varphi = 60°$ $\mp 0''{\cdot}013\,\Delta\varphi$.

Will man aber den Ausdruck doch nicht ausschliessen, so vereinigt er sich nun mit der linken Seite zu

$$\left[1 + \frac{\cos 2\varphi_0}{\sin\varphi_0 \cos^3\varphi_0} \sin(\varphi - \delta)\right]\Delta\varphi \sin 1''.$$

Es ist nun noch das letzte Glied in der Gleichung (3) zu vereinfachen, nämlich $-\frac{\sin\Delta a\,[1 - 2\sin^2\frac{1}{2}(t - 6^h)]}{\cos\varphi_0 \sin a_0 \sin(a_0 + \Delta a)}$.

Hier kann nun $\sin(a_0 + \Delta a)$ mit $\sin a_0$ vertauscht und $2\sin^2\frac{1}{2}t = 0$ gesetzt werden, und da

$$\frac{1}{\sin^2 a_0} = 1 + cotang^2 a_0 = 1 + \sin^2\varphi_0$$

ist, so kommt für jenes Glied

$$-\frac{\sin\Delta a}{\cos\varphi_0 \sin^2 a_0} = -\frac{1 + \sin^2\varphi_0}{\cos\varphi_0} \sin\Delta a.$$

Die hier vernachlässigten Grössen sind, wenn man $\Delta a = \pm 30''$ und $t - 6^h = \frac{\pm 10'}{\sin\varphi_0 \cos\varphi_0}$ annimmt, von keinem höheren Betrag als im vorhergehenden Fall, d. h. sie erreichen erst in Breiten von 50° an den Maximalbetrag von $\pm 0''\cdot 01$, der auch bei $\varphi = 60°$ höchstens auf $0''\cdot 015$ steigt. Setzen wir nun endlich noch bei den $\sin(\varphi - \delta)$, $\sin(t - 6^h)$ und $\sin\Delta a$ überall die Bögen für die Sinus, so geht dann die Gleichung (3) in den wesentlich vereinfachten Ausdruck

$$\Delta\varphi\left[1 + \frac{\cos 2\varphi_0}{\sin\varphi_0 \cos^3\varphi_0}(\varphi - \delta)\sin 1''\right] = \frac{\varphi - \delta}{\cos\varphi_0 \cos[\varphi_0 - (\varphi - \delta)]} - tang\,\varphi_0 (t - 6^h)$$
$$- \frac{1}{2} tang\,\varphi_0 (t - 6^h)^2 \sin 1'' - \frac{1 + \sin^2\varphi_0}{\cos\varphi_0}\Delta a \qquad (4)$$

über, wo nun die Gesammtvernachlässigungen für

die Breiten	30°	45°	60°
nicht den Betrag von	$\pm 0''\cdot 009$	$\pm 0''\cdot 013$	$\pm 0''\cdot 029$

übersteigen können. Dieser Fehler verschwindet nun aber ganz aus der Summe der 4 Gleichungen, wenn die beiden Sterne in den entgegengesetzten Lagen in gleichen Abständen von dem durchs Zenith laufenden Parallel sind, und wenn zugleich das Mittel der Einstellungsfehler bei Δa Null ist, was wohl im allgemeinen zu erreichen ist. Bezeichnen wir die Coëfficienten

$$\frac{\cos 2\varphi_0}{\sin\varphi_0 \cos^3\varphi_0}\sin 1'' \text{ mit } B \qquad \frac{1}{\cos\varphi_0} \text{ mit } C \qquad tang\,\varphi_0 \text{ mit } D$$

$$\frac{1}{2} tang\,\varphi_0 \sin 1'' \text{ mit } E \qquad \frac{1 + \sin^2\varphi_0}{\cos\varphi_0} \text{ mit } F,$$

so sind die 4 Gleichungen, indem wir für $t_1, \ldots$ setzen $\alpha_1 - T_1, \ldots$

Stern S_1 im Ost $\Delta\varphi[1 + B(\varphi - \delta_1)] = \frac{C(\varphi - \delta_1)}{\cos[\varphi_0 - (\varphi - \delta_1)]} - D(\alpha_1 - T_1 - 6^h) -$
$- E(\alpha_1 - T_1 - 6^h)^2 - F\Delta a_1$

Stern S_2 im West $\Delta\varphi[1 + B(\varphi - \delta_2)] = \frac{C(\varphi - \delta_2)}{\cos[\varphi_0 - (\varphi - \delta_2)]} - D(T_2 - \alpha_2 - 6^h) -$
$- E(T_2 - \alpha_2 - 6^h)^2 - F\Delta a_2$

Stern S_1 im West $\Delta\varphi[1 + B(\varphi - \delta_1)] = \frac{C(\varphi - \delta_1)}{\cos[\varphi_0 - (\varphi - \delta_1)]} - D(T_3 - \alpha_1 - 6^h) -$
$- E(T_3 - \alpha_1 - 6^h)^2 - F\Delta a_3$

Stern S_2 im Ost $\Delta\varphi[1 + B(\varphi - \delta_2)] = \frac{C(\varphi - \delta_2)}{\cos[\varphi_0 - (\varphi - \delta_2)]} - D(\alpha_2 - T_4 - 6^h) -$
$- E(\alpha_2 - T_4 - 6^h)^2 - F\Delta a_4,$

deren Summe durch 4 getheilt den endlich zur Berechnung anzuwendenden Ausdruck ergiebt

$$\Delta\varphi[1 + \tfrac{1}{2}B[(\varphi - \delta_1) + (\varphi - \delta_2)] = \tfrac{1}{2}C\left\{\frac{(\varphi - \delta_1)}{\cos[\varphi_0 - (\varphi - \delta_1)]} + \frac{(\varphi - \delta_2)}{\cos[\varphi_0 - (\varphi - \delta_2)]}\right\} -$$
$$- \tfrac{1}{4}D\Sigma(\alpha - T - 6^h) - \tfrac{1}{4}E\Sigma(\alpha - T - 6^h)^2 - \tfrac{1}{4}F\Sigma\Delta a.$$

Hier sind dann die Grössen $(\varphi - \delta)$, $\Sigma(\alpha - T - 6^h)$, $\Sigma\Delta a$ durch die Beobachtung zu bestimmen. $(\varphi - \delta)$ kann man entweder durch Beobachtungen im ersten Vertical oder nach der HORREBOW-Methode mikrometrisch ermitteln. In letzterem Falle muss man dann durch Hinzunahme eines Zusatzsternes, der ebenfalls dem Zenith sehr nahe ist und kurz vor oder nach dem eigentlichen Stern culminirt, an einem Abend die Differenz der Zenithdistanzen (bei Belassung des Fernrohres in derselben Lage), am folgenden Abend die Summe der Zenithdistanzen (durch Umlegung und Ablesung des Horrebow-Niveaus) mit Hilfe des beweglichen Fadens messen. Die Grösse $\Sigma(\alpha - T - 6^h)$ setzt sich einfach aus der Summe je zweier Unterschiede der vier Beobachtungszeiten zusammen, nämlich es ist

$$\Sigma(\alpha - T - 6^h) = T_2 - T_1 + T_3 - T_4.$$

$\Sigma\Delta a$ endlich erhält man durch die Azimuthbestimmungen. Da $a = a_0 + \Delta a$ gesetzt war, so folgt

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 = 4a_0 + \Sigma\Delta a$$

und $a_1 + a_2$, sowie $a_3 + a_4$ werden durch die Kreisablesungen in Verbindung mit den Nivellirungen der Horizontalaxe ersetzt, sodass

$$\Sigma\Delta a = A_1 - A_2 + A_4 - A_3 + \frac{b_1 - b_2 + b_4 - b_3}{\tan z} - 4a_0$$

wird, wo dann a_0 nach

$$\sin\varphi_0 = \cot a_0$$

mit möglichster Schärfe berechnet wird, und vorausgesetzt ist, dass A_1, A_2 .. für die Theilfehler und den Schraubenwerth der Mikroskope verbessert sind.

Will man die Methode in höheren Breiten als 60° oder in niedrigeren als 30° anwenden, so kann man mit zwei Sternen in obiger Ausführung nicht auskommen. Es lässt sich aber dann durch Benutzung von drei Sternen, die in Rectascension gleich weit von einander entfernt sind, eine Umformung vornehmen, welche die CONTARINO'sche Methode auch in solchen Fällen anwendbar macht.

Die Polhöhe ist nicht constant. An anderer Stelle (s. Mechanik des Himmels pag. 569 ff.) wurde darauf hingewiesen, dass EULER theoretisch unter der Annahme, die Erde sei ein fester Körper, bewies, dass die Rotationsaxe um die Hauptträgheitsaxe im Laufe von 10 Monaten einen Kegel beschreiben muss. Es werden darnach auf der Erdoberfläche die Polhöhen und Azimuthe innerhalb dieser Perioden zu einem Maximum ansteigen und auf ein Minimum hinabgehen. Finden nun aber Massenverschiebungen im Innern der Erde, Hebungen und Senkungen statt, wie sie bei dem nicht absolut starren Erdkörper vorkommen, so wird diese geänderte Massenlagerung eine Verschiebung der Hauptträgheitsaxe nach sich ziehen und daher wieder die Lage der Umdrehungsaxe beeinflussen.

Schon lange hatte man versucht, etwaige Schwankungen in den Polhöhen, die man nach obigem als periodische oder säculare ansehen konnte, durch Beobachtungen nachzuweisen, während an rasche, fast sprungweise und unre-

mässig vor sich gehende Aenderungen nicht gedacht wurde. Bis zum Anfang der achtziger Jahre können folgende Polhöhenbestimmungen an Sternwarten aus verschiedenen Epochen verzeichnet werden:

Greenwich	1755	51° 28′	38″·95	Washington	1845	35° 53′	39″·25
	1836—41		38·43		1861—64		38·78
	1842—48		38·17	Mailand	1811	45 27	60·7
	1841—60		37·92		1871		59·2
Paris vor	1825	48 50	13·2	Rom	1807—12	41 53	54·26
	1851—54		11·2		1866		54·09
	—		11·7	Königsberg	1820	54 42	50·71
	—		10·6		1843		50·56
Pulcowa	1843	59 46	18·73	Neapel	1820	40 51	46·63
	1866		18·65		1871		45·47
	1872		18·50		1883		45·51

Wir finden also in diesem ganzen Material fast allgemein eine Abnahme der Polhöhen ausgesprochen, und es sind auch Folgerungen verschiedener Art an diese Erscheinung geknüpft, wenngleich von Seiten der Astronomen mit allem Vorbehalt. Sieht man zunächst von den Pulcowaer und Greenwicher Bestimmungen ab, so dürften alle Veränderungen zunächst nur als scheinbare, durch die Unsicherheit der Beobachtungen zu erklären sein. Die Grössen, um die es sich hier handelt, können durch die älteren Beobachtungen nicht gewährleistet werden, würden ausserdem durch eine Neureduction mit den verbesserten Reductionselementen der Gegenwart in manchen Fällen wohl zu anderen Resultaten führen, wie dies z. B. durch Nobile hinsichtlich der alten Bestimmungen in Neapel, die von Brioschi herrühren, nachgewiesen wurde, indem sich statt 46″·63 der Werth 45″·76 finden würde, der aber immer noch mit dem wahrscheinlichen Fehler ± 0″·57 behaftet bleibt. Die Greenwicher Bestimmungen haben als die zahlreichsten und die am gleichmässigsten angestellten stets hervorragendes Interesse geboten. Es stellte sich aber durch Untersuchungen von Nobile, Faye, Bakhuyzen heraus, dass eine im Beobachtungssaal hervorgerufene Strahlenbrechung wenigstens zum grossen Theil für diese und andere Erscheinungen an jenen Beobachtungen (Unterschiede zwischen direkten und reflektirten Beobachtungen) verantwortlich gemacht werden kann. Auch in Paris haben sich eigenthümliche Schwankungen gezeigt, indem bei einer Gruppirung der Polhöhen nach Monaten im Mittel aus den Jahren 1856—62 folgende Abweichungen vom Mittelwerthe constatirt wurden.

Januar	— 0″·23	Mai	+ 0″·10	September	+ 0″·13
Februar	— 0·06	Juni	0·16	October	— 0·07
März	— 0·03	Juli	0·25	November	— 0·11
April	— 0·03	August	0·16	December	— 0·27.

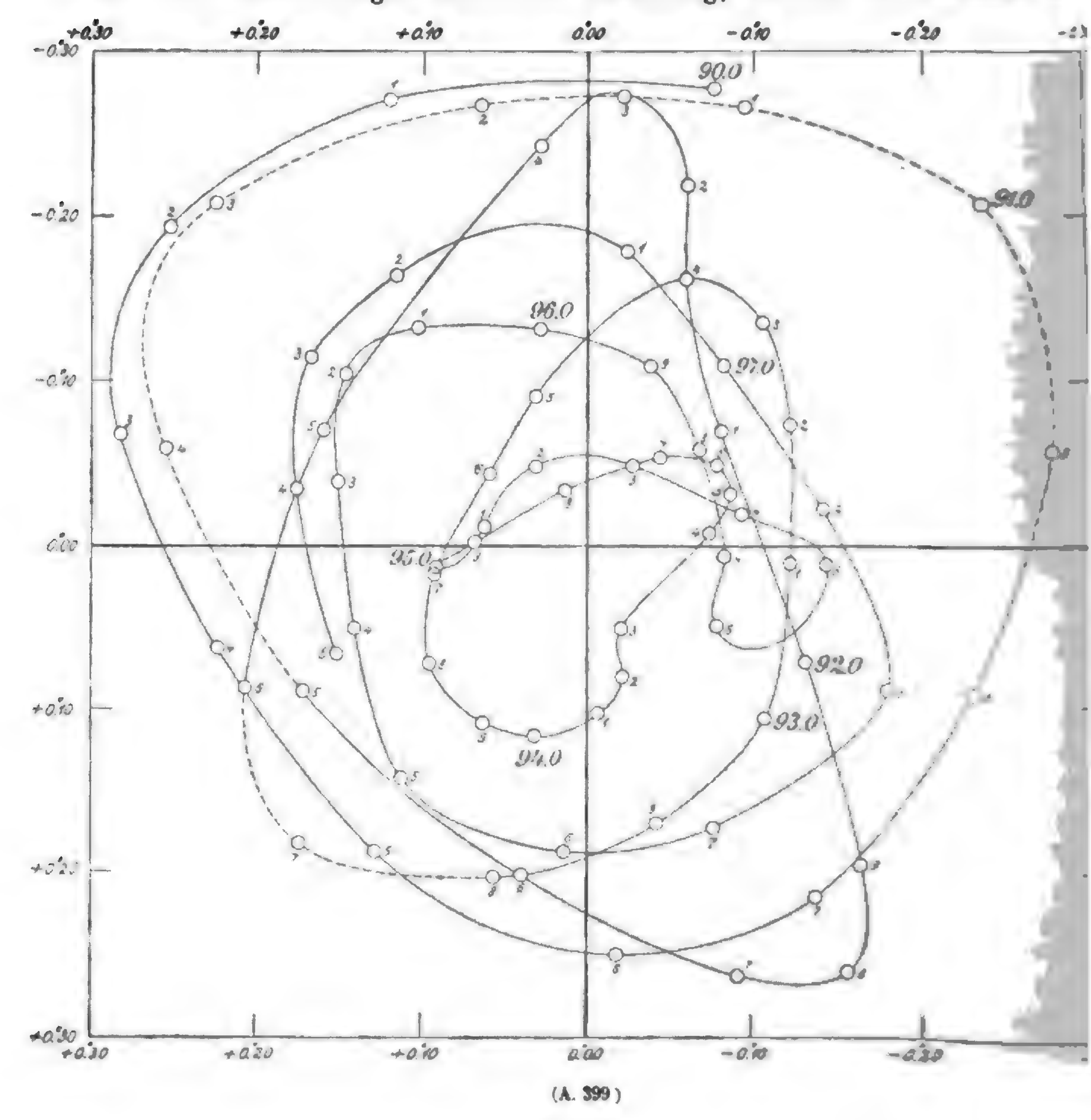
Solche Abweichungen, die sich auch an anderen Sternwarten ergeben haben, dürften wahrscheinlich auch auf Refractionsanomalien zurückzuführen sein.

So gering nun die Abweichungen in den drei Pulcowaer Bestimmungen sind, so war man doch geneigt, in ihnen das begründetste Beispiel einer Veränderung zu erkennen. Trotzdem blieb die Frage eine unentschiedene, bis Küstner 1885 durch Beobachtungen zur Bestimmung der Aberrationsconstante nach der Horrebow-Talcott-Methode eine Polhöhenänderung im Sinne einer Abnahme während der Beobachtungsperiode eines Jahres nachwies, die den Betrag von 0″·44 mit dem wahrscheinlichen Fehler von ± 0″·02 erreichte. In diese Zeit fallen

nun auch neuere Bestimmungen in Pulcowa und an anderen Orten, die zu gleichen Resultaten führten. Das Bureau der Internationalen Erdmessung nahm darauf die Angelegenheit in die Hand. Schon 1883 hatte FERGOLA den Antrag gestellt, gemeinsame Polhöhenbestimmungen an verschiedenen Sternwarten, die nahe auf demselben Parallel lagen, durchzuführen, um durch solche Combinationen die systematischen Beobachtungsfehler zu vermeiden. Solche Sternwartengruppen waren:

	Breitenunterschied	Längenunterschied
Cap. d. g. H. — Sydney	4'·4	8ʰ 51ᵐ
Santiago — Windsor	9·8	9 14
Rom — Chicago	3·9	6 40
Neapel — New-York	6·4	5 53
Lissabon — Washington	11·1	4 31.

Im Wesentlichen hatte er aber dabei nur die säcularen Aenderungen im Auge. Einige Jahre später, als die Schwankungen in kurzen Zeiträumen nachgewiesen waren, wurde der Antrag wieder aufgenommen, zunächst aber traten mehrere Sternwarten zusammen, u. A. Berlin, Potsdam, Prag, Strassburg, Karlsruhe und brachten längere Reihen zur Ausführung, wodurch die Thatsache der



(A. 399)

Veränderlichkeit der Polhöhe aufs schlagendste bestätigt wurde, wodurch aber zugleich erkannt wurde, dass man es mit durchaus keiner regelmässig verlaufenden Erscheinung zu thun habe, indem sowohl die Amplitude als die Periode unbestimmt wurde. Die bis zum Jahre 1898 fortgesetzten Beobachtungen sind von ALBRECHT eingehend bearbeitet und in Fig. 399 ist die Bewegung des Pols in den letzten Jahren wiedergegeben. Von CHANDLER ist der Nachweis geliefert worden, dass mit grösster Wahrscheinlichkeit zwei Perioden vorhanden sind, von denen die eine eine jährliche, die andere eine 14monatliche ist. CHANDLER leitet aus einem sehr grossen Beobachtungsmaterial, welches vielleicht nicht immer für diese Untersuchungen die nöthige und von CHANDLER angenommene Genauigkeit besitzt, ab, dass die 14 monatliche Periode nicht constant ist, eine Ansicht, welcher von anderer Seite, z. B. E. F. v. d. S. BAKHUYZEN widersprochen wird. Letzterer kommt zu dem Resultat, dass die eine Periode eine kreisförmige Bewegung darstellt, mit einer Amplitude von 0''·155 und einer Dauer von 431·1 Tagen, dass die andere die Bewegung in einer Ellipse giebt, deren grose Axe 19° östlich vom Greenwicher Meridian liegt, und deren Halbaxen 0''·12 und 0''·06 betragen bei einer Dauer von einem Jahr.

Die Art der Polbewegung ist noch eine durchaus nur genähert bekannte, ebenso sind die Ursachen der Bewegung noch nicht festzustellen. Es wird einestheils, um diese Fragen zu lösen, dann aber auch um in Zukunft im Stande zu sein, die Bestimmungen der Sternpositionen mit der momentanen Polhöhe zu reduciren, nöthig, unausgesetzt an verschiedenen Orten Polhöhenbestimmungen zu machen und so gleichsam Polhöhenephemeriden für alle Orte der Erde zu liefern. Die Internationale Erdmessung hat daher die Mittel verfügbar gemacht, um zunächst 5 Jahre lang an 4 Orten solche Bestimmungen zu machen. Bei der Auswahl der Orte kommt es wesentlich darauf an, dass sie genau unter derselben Breite liegen, dass sie in meteorologischer Hinsicht und ihrer ganzen Lage nach günstigen Erfolg erwarten lassen. Die Stationen sind: 1) Mizusawa in Japan, 2) Carloforte in Italien, 3) Gaithersburg in Ost-Amerika, 4) Ukiah in West-Amerika. Freiwillig sind zu diesem Netz noch hinzugetreten die Sternwarte in Cincinnati und, von Seiten Russlands, Tschardjui. Es muss genügen, an dieser Stelle auf die grossen Unternehmungen hingewiesen zu haben, welche durch die Erkennung der Polhöhenveränderungen hervorgerufen sind, und welche hoffentlich in absehbarer Zeit zur vollen Erklärung derselben führen werden.

VALENTINER.

Berichtigungen.

a) Zum ersten Band.

pag. 771, Zeile 17 v. u. statt »7·3191944« lies »$7·3191944_n$«.
„ „ „ 15 v. u. statt »7·9400948« lies »7·9400788«.
„ „ „ 13 v. u. statt »9·0769415« lies »$9·0769415_n$«.
„ „ „ 12 v. u. statt »9·6978584« lies »9·6978424«.
„ 772, „ 3 v. o. statt »9·833074« lies »9·833077«.
„ 776, „ 18 v. u. statt »z'« lies »z«.
„ 780, „ 22 v. u. statt »0·1880« lies »$0·1880_n$«.
„ „ „ 20 v. u. statt »$H_1 - d_0$« lies »$(H_1 - d_0)$«.
„ 782, „ 17 v. u. statt »$\varkappa$« lies »k«.
„ 784, „ 1 v. u. statt »$\sin H$« lies »$e' \sin H$«.
„ 789, „ 7, 13, 14, 15 v. o. statt »K'« lies »K_0'«.
„ 794, „ 24 v. o. statt »η_2« lies »η^2«.
„ „ „ 25 v. o. statt »ξ_2« lies »ξ^2«.
„ 799, „ 9 v. o. statt »— 21·25« lies »$21^\circ·25$«.
„ „ „ 22 v. u. statt »u'« lies »u_a'«.
„ „ „ 21 v. u. statt »0·0799« lies »1·0799«.
„ 801, „ 6 v. o. statt »766« lies »767«.
„ „ „ 8 u. 16 v. o. statt »$\beta_☾ - \beta_☉$« lies »$\delta_☾ - \delta_☉$«.
„ 806, „ 13 v. u. statt »16′ 45′« lies »16′ 45″«.
„ 807, „ 7 v. u. statt »$(\sin M - N)$« lies »$\sin(M - N)$«.
„ 814, „ 14 v. u. statt »$\frac{m}{n}$« lies »$\frac{m}{n_1}$«.
„ 815, „ 22 v. o. statt »$d\beta$« lies »$d\beta_☾$«.
„ 821, „ 16 v. u. statt »82016·930« lies »82916·930«.
„ 824, „ 12 v. u. statt »775« lies »770«.
„ 837, „ 13 v. u. statt »$e \cos\left(\frac{l_{11} + l_1}{2} - \pi\right)$« lies »$2 e \cos\left(\frac{l_{11} - l_1}{2} - \pi\right)$«.

b) Zum zweiten Band.

pag. 29, Fig. 249 statt »Z« lies »z«.
„ 30, Zeile 6 v. o. statt »Z« lies »z«.
„ „ „ 15 v. o. statt »$x_1 P$« lies »x, P«.
„ 31, „ 26, 20, 19 v. u. statt »″« lies »^{s}«.
„ 38, „ 1 v. o. statt »ρ^2« lies »ρ^3«.
„ 43, „ 3 v. u. statt »$f(a)$« lies »$f(a + 1)$«.
„ 44, „ 7 v. u. statt »1·957« lies »1·952«.
„ „ „ 6 v. u. statt »0·169« lies »0·172«.
„ „ „ 4 v. u. statt »36·497« lies »36″·499«.

pag. 45, Zeile 4 u. 5 v. u. statt »3« lies »$\frac{1}{3}$«.
„ 47, „ 14 v. o. Die Schlussklammer zu $(a + \frac{1}{2})$ fehlt.
„ „ „ 15 v. o. statt dem zweiten »—« lies »+«.
„ 65, „ 10 v. o. statt »471« lies »468«.
„ 85, „ 5 v. o. statt »78·9« lies »78·5«.
„ „ „ 7 v. o. statt »44·0« lies »44·4«.
„ 101, „ 1 v. u. statt »0·00540« lies »0·00547.
„ 145, „ 21 v. u. bei $K'_1{}'$ ist die Schlussklammer zu streichen.
„ 150, „ 11 u. 12 v. u. statt »$\frac{d^2 x}{dt}$« und »$\frac{d^2 y}{dt}$« lies »$\frac{d^2 x}{dt^2}$« und »$\frac{d^2 y}{dt^2}$«.
„ 155, „ 8 v. o. statt »log« lies »log_n«.
„ 165, „ 21 v. u. statt »$v \cos \psi$« lies »$v \cos \varphi$«.
„ 166, „ 21 v. u. statt »$4 R \pi$« lies »$4 R^2 \pi$«.
„ 172, „ 6 v. o. statt »$1·0636_n$« lies »$1·0638_n$«.
„ 194, „ 18 v. o. statt »9·5914« lies »9·5944«.
„ 197, „ 14 v. o. statt »9·5897« lies »9·5895«.
„ „ „ 17 v. o. statt »$\log u_0 \cos \mathfrak{B}' \cos (\mathfrak{L}' - \odot)) - \omega$« lies »$\log [u_0 \cos \mathfrak{B}' \cos (\mathfrak{L}' - \odot)) - \omega$«.
„ „ „ 18 v. o. statt »$L' - \odot$« lies »$\mathfrak{L}' - \odot$«.
„ „ „ 20 v. o. statt »$\log z$« lies »z«.
„ „ „ 21 v. o. statt »$u_0 = cotang \frac{1}{2} z$« lies »$\log u_0 = \log cotang \frac{1}{2} z$«.
„ „ „ 9 v. u. statt »$\frac{z}{2}$« lies »z«.
„ 337, Zeile 1 v. u. statt »Zeiten« lies »Zeilen«.
„ 351, „ 4 v. u. statt »wiedergegenen« lies »wiedergegeben«.
„ 439, „ 21, 11, 10 v. u. fehlt zwischen $2\omega_1$ und dem letzten Zeichen der Zeile die Schlussklammer.
„ 440, „ 5 v. u. statt »$2 \int d' \Omega_1$« lies »$2 \int d' \Omega$«.
„ 441, „ 9 v. o. statt »die Coefficienten« lies »den Coefficienten«.
„ 477, „ 16 v. u. statt »$\frac{r \sqrt{a}}{k_0} \int \frac{d M}{d E} d E$« lies »$\frac{r \sqrt{a}}{k_0} \int \frac{d\mu}{d E} d E$«.
„ 584, „ 4 v. o. statt »$\frac{\partial \zeta}{\partial \psi'}$« lies »$\frac{\partial \xi'}{\partial \psi'}$«.
„ 590, „ 10 v. o. statt »0·998« lies »0·996«.
„ 619, gehört die Schlussklammer von Zeile 3 v. u. nach Zeile 4 v. u.

c) Zur ersten Abtheilung des dritten Bandes.

„ 60, Zeile 18, 17 v. u. statt »Differentialproduktion« lies »Differentialquotienten«.
„ 128, statt »Tafel I« lies »Tafel II«.
„ 135, statt »Tafel II« lies »Tafel III«.
„ 237, Zeile 5 v. o. in der Ueberschrift statt »III« lies »IV«.
„ 239, „ 15 v. u. in der Ueberschrift ist vor »Verbesserungen« zu setzen »V«.
„ 252, „ 15 v. o. statt »Mondhemisphäre« lies »Nordhemisphäre«.
„ 253, „ 14 v. o. statt »Durchmessers« lies »Durchmesser«.
„ 255, „ 11 v. o. statt »an der Grenze« lies »wie die Grenze«.
„ „ „ 21 v. o. statt »Thales« lies »Theiles«.
„ „ „ „ „ „ »Bordat« lies »Borda«.
„ „ „ 15 v. u. statt »Gruppe« lies »Grenze«.
„ „ „ 14 v. u. statt »Nectariis« lies »Nectaris«.
„ „ „ 7 v. u. statt »Metidus« lies »Metius«.
„ 272, „ 10 v. u. statt »östlich« lies »nordöstlich«.
„ 359, „ 1 v. o. statt »Kreisende« lies »Axenende«.
„ 375, „ 2 v. u. (Note) statt »physischen« lies »psychischen«.

Breslau, Eduard Trewendt's Buchdruckerei (Setzerinnenschule).

ENCYKLOPÆDIE

DER

NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. DR. W. FÖRSTER, PROF. DR. A KENNGOTT,
PROF. DR. A. LADENBURG, KUSTOS P. MATSCHIE, PROF.
DR. A. SCHENK, GEH. SCHULRATH DR. O. SCHLÖMILCH,
PROF. DR. W. VALENTINER, PROF. DR. A. WINKELMANN,
PROF. DR. G. C. WITTSTEIN.

III. ABTHEILUNG.

II. THEIL:

HANDWÖRTERBUCH DER ASTRONOMIE

HERAUSGEGEBEN

VON

PROFESSOR DR. W. VALENTINER.

BRESLAU
VERLAG VON EDUARD TREWENDT
1901.

HANDWÖRTERBUCH

DER

ASTRONOMIE

UNTER MITWIRKUNG

von

PROF. DR. E. BECKER-STRASSBURG, PROF. DR. E. GERLAND-KLAUSTHAL, DR. N. HERZ-WIEN, DR. H. KOBOLD-STRASSBURG, DR. N. v. KONKOLY-BUDAPEST, PROF. DR. C. F. W. PETERS (†), DR. E. v. REBEUR-PASCHWITZ (†), DR. FR. RISTENPART-KIEL, PROF. DR. W. SCHUR-GÖTTINGEN, PROF. DR. H. SEELIGER-MÜNCHEN, DR. C. STECHERT-HAMBURG, PROF. DR. W. WISLICENUS-STRASSBURG, DR. K. ZELBR (†)

HERAUSGEGEBEN

von

Dr. W. VALENTINER

Ordentl Professor der Astronomie an der Universität und Direktor der Astrometrischen Abtheilung der Grossherzoglichen Sternwarte zu Heidelberg

---

DRITTER BAND, ZWEITE ABTHEILUNG

MIT 42 ABBILDUNGEN IM TEXTE



BRESLAU
VERLAG VON EDUARD TREWENDT
1901.

Inhaltsverzeichniss.

Präcession. In § 98 der »Mechanik des Himmels« wurden die numerischen Ausdrücke gegeben, welche die Lage des instantanen Aequators gegen eine feste Ekliptik als eine Folge der Rotation der Erdaxe darstellen. Um jedoch die Lage des Aequators gegen die instantare Ekliptik, welche in Folge der Anziehung der Planeten etwas veränderlich ist, zu bestimmen, hat man zu beachten, dass die Lage des wahren Frühlingspunktes Υ_1 (Fig. 276) und die wahre Schiefe der Ekliptik ε_1 ist. Mit den dort gewählten Bezeichnungen ergiebt sich nach M. d. H. 97 (7) und (7a) für das Rückweichen des Frühlingspunktes und die wahre Schiefe:

$$l = C\Upsilon_1 = E\Upsilon_1 - E\Upsilon_0 = b - \Pi = -\psi - cotang\,\varepsilon_0 p_1 t -$$
$$-\left\{cotang\,\varepsilon_0\, p_2 - \tfrac{1}{2}\frac{1+\cos^2\varepsilon_0}{\sin^2\varepsilon_0} p_1 q_1\right\} t^2 + cotang\,\varepsilon_0\, q_1 \cdot \psi t + \frac{p_1}{\sin^2\varepsilon_0}\Delta\varepsilon t$$
$$\varepsilon_1 = \varepsilon + q_1 t + (\tfrac{1}{2} cotang\,\varepsilon_0\, p_1^2 + q_2) t^2 + p_1 \psi t.$$

Man ersieht hieraus, dass die periodischen Glieder hierdurch nicht geändert werden, und Zusatzglieder nur in den secularen Gliedern[1]), welche die Präcession darstellen, auftreten. Bringt man diese Correctionen an, so erhält man als den secularen Theil des Rückweichens des Frühlingspunktes, welchen man als die allgemeine Präcession bezeichnet[2]):

$$l = 50''\cdot 23572\, t + 0''\cdot 0001129\, t^2$$

und der durch die secularen Glieder geänderte Werth der Schiefe der Ekliptik, der sogen. mittleren Schiefe der Ekliptik:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - 0''\cdot 4759\, t - 0''\cdot 00000143\, t^2,$$

wobei als Einheit von t das julianische Jahr zu 365·25 Tagen gilt.

Für das weitere kommen nun die folgenden Grössen in Betracht:

1) Die Verschiebung des Aequators auf der festen Ekliptik: die lunisolare Präcession $\Upsilon_0 B$ (Fig. 276):

$$-\psi = l' = 50''\cdot 37032\, t - 0''\cdot 00010888\, t^2 - 0''\cdot 00000000174\, t^3 = \lambda_1' t + \lambda_2' t^2 + \lambda_3' t^3.$$

2) Die Verschiebung der Ekliptik auf dem Aequator in Folge der Störungen durch die Planeten: die sogen. Präcession durch die Planeten $B\Upsilon_1$:

$$a = 0''\cdot 14673\, t - 0''\cdot 00024184\, t^2 - 0''\cdot 00000000212\, t^3 = \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \alpha_3 t^3.$$

---

[1]) Und den Seculargliedern der periodischen Glieder, d. h. den Gliedern von der Form $t \sin \alpha$.

[2]) Es ist zu beachten, dass dieser Werth der allgemeinen Präcession der Ableitung zu Grunde gelegt wurde, vergl. II. Bd. pag. 592.

3) Die **allgemeine** Präcession $C\gamma_1$:

$$l = 50''\cdot 23572t + 0''\cdot 00011291t^2 + 0''\cdot 00000000032t^3 = \lambda_1 t + \lambda_2 t^2 + \lambda_3 t^3.$$

4) Die durch die Präcession veränderte, sogenannte **lunisosolare** Schiefe der Ekliptik:

$$\varepsilon' = \varepsilon_0 + 0''\cdot 00000713t^2 - 0''\cdot 00000000786t^3 = \varepsilon_0 + \eta_2' t^2 + \eta_3' t^3.$$

5) Die **mittlere Schiefe** der Ekliptik:

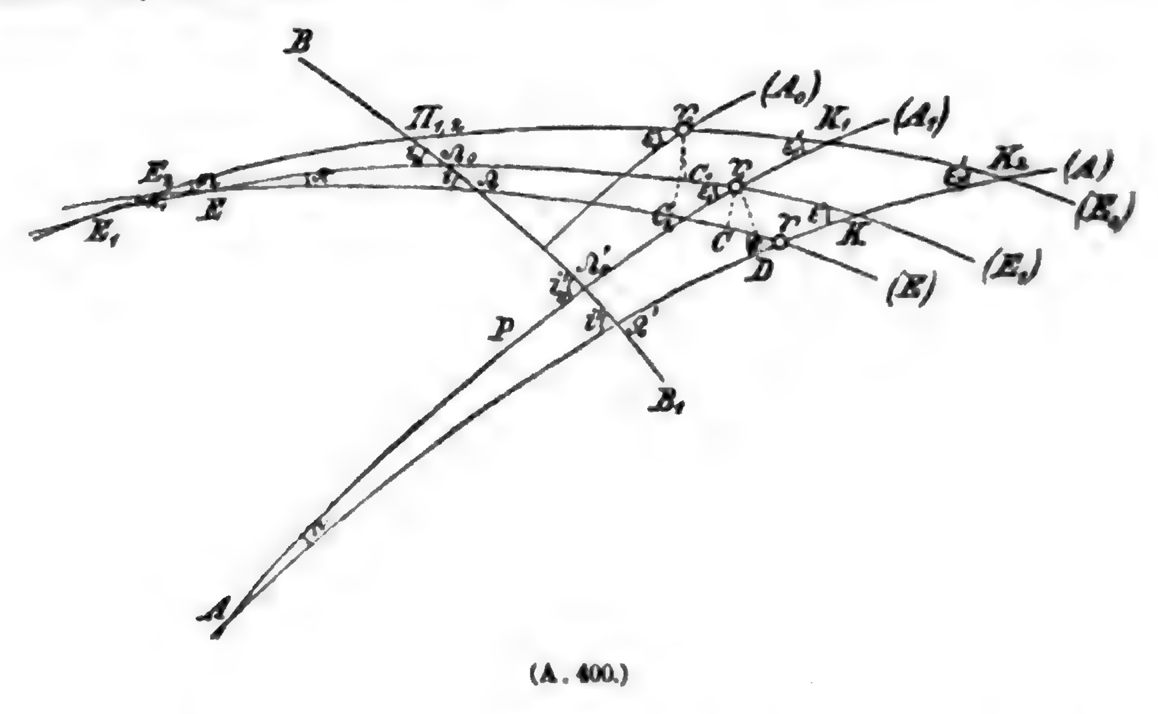
$$\varepsilon = \varepsilon_0 - 0''\cdot 47594t - 0''\cdot 00000143t^2 + 0''\cdot 00000000204t^3 = \varepsilon_0 + \eta_1 t + \eta_2 t^2 + \eta_3 t^3$$

Nach diesen Ausdrücken erhält man die gegenseitige Lage der Fundamentalebenen für irgend einen Zeitpunkt t, gezählt von 1850·0, auf welche Epoche sich die Coëfficienten beziehen, und ausgedrückt in Einheiten des julianischen Jahres[1]). Hierin liegen zwei Beschränkungen, welche zunächst fallen gelassen werden müssen.

Um die Präcession von einem andern Zeitpunkt aus zu berechnen, wird man die Zeit t in zwei Theile zerfällen

$$t = t_1 + \tau,$$

wobei t_1 die Zeit von 1850·0 bis zur neuen Ausgangsepoche und τ die Zeit von der neuen Ausgangsepoche bis zum Momente, für welchen die Präcession zu berechnen ist, darstellt.



(A. 400.)

In Fig. 400 sei nun (E_0) die feste Ekliptik für die Epoche 1850, (E_1) die Ekliptik für die neue Epoche t_1 und (E) die Ekliptik für irgend eine andere Zeit $t_2 = t_1 + \tau$; die diesen Zeiten entsprechenden Lagen des Aequators seien (A_0), (A_1) und (A) (Fig. 400). Wird die feste Ekliptik (E_0) von den Ekliptiken (E_1) und (E) in E_1 und E_2 geschnitten, so ist

$$E_1\gamma_0 = \Pi_1; \quad \sphericalangle (E_0)E_1(E_1) = \pi_1;$$
$$E_2\gamma_0 = \Pi_2; \quad \sphericalangle (E_0)E_2(E) = \pi_2;$$

[1]) Da die Neigung ε' des Aequators gegen die **feste** Ekliptik nahezu constant ist, der Frühlingspunkt aber jährlich um l zurückweicht, so bewegt sich der Pol des Aequators um den Pol der Ekliptik mit Beibehaltung von nahe derselben Entfernung ε' in einem Kreise und vollführt den Umlauf in 360°:50″·37, d. i. in nahe 25730 Jahren, welche Zeit man mitunter als das **grosse platonische Jahr** bezeichnet findet.

die lunisolare Präcession; die lunisolare Schiefe;

$$\Upsilon_0 K_1 = l_1'; \qquad \sphericalangle \Upsilon_0 K_1 A = \varepsilon_1' \qquad K_1 \Upsilon_1 = a_1$$
$$\Upsilon_0 K_2 = l_2'; \qquad \sphericalangle \Upsilon_0 K_2 A = \varepsilon_2' \qquad K_2 \Upsilon = a_2.$$

Macht man $E_1 C_1 = E_1 \Upsilon_0$ und $E_2 C_2 = E_2 \Upsilon_0$, so ist die allgemeine Präcession: $C_1 \Upsilon_1 = l_1$, $C_2 \Upsilon = l_2$ und die mittlere Schiefe: $E_1 \Upsilon_1 A = \varepsilon_1$ $E_2 \Upsilon A = \varepsilon$.

Nimmt man aber die Ekliptik (E_1) als Ausgangsekliptik, so ist der Schnitt der momentanen Ekliptik (E) mit der ersteren E und macht man $EC = E\Upsilon_1$, so hat man

$$E\Upsilon_1 = \Pi; \qquad \sphericalangle (E_1) E (E) = \pi;$$

ferner

die lunisolare Präcession von der neuen Epoche $\Upsilon_1 K = l'$
die Präcession durch die Planeten: $K\Upsilon = a$
die allgemeine Präcession: $C\Upsilon = l$

die lunisolare Schiefe $\Upsilon_1 KA = \varepsilon'$
die mittlere Schiefe $E\Upsilon A = \varepsilon$.

π_1, π_2, Π_1, Π_2, l_1', l_2', a_1, a_2, l_1, l_2, ε_1', ε_2' lassen sich nach den obigen Formeln, zu denen noch

$$tang\, \pi_1 \sin \Pi_1 = +0''\cdot 05841 t_1 + 0''\cdot 00001964 t_1^2 - 0''\cdot 00000000023 t_1^3 = p_1 t_1 + p_2 t_1^2 + p_3 t_1^3$$
$$tang\, \pi_1 \cos \Pi_1 = -0\cdot 47594 t_1 + 0\cdot 00000568 t_1^2 + 0\cdot 00000000054 t_1^3 = q_1 t_1 + q_2 t_1^2 + q_3 t_1^3$$

hinzukommen, bestimmen. Es handelt sich um die Ermittelung der Grössen π, Π, l', a, l, ε', ε. Aus den letzten beiden Formeln folgt zunächst:

$$tang\, \Pi_1 = \frac{p_1}{q_1}\left(1 + \frac{p_2}{p_1} t_1 + \frac{p_3}{p_1} t_1^2\right)\left(1 + \frac{q_2}{q_1} t_1 + \frac{q_3}{q_1} t^2\right)^{-1}$$
$$= \frac{p_1}{q_1}\left[1 + \left(\frac{p_2}{p_1} - \frac{q_2}{q_1}\right) t_1 + \left(\frac{p_3}{p_1} - \frac{q_3}{q_1} - \frac{p_2 q_2}{p_1 q_1} + \frac{q_2^2}{q_1^2}\right) t_1^2\right].$$

Da

$$\Pi_1 = tang\, \Pi_1 - \tfrac{1}{3}(tang\, \Pi_1)^3 + \tfrac{1}{5}(tang\, \Pi_1)^5 - \ldots$$

ist, so erhält man durch die Entwickelung

$$\Pi_1 = \frac{p_1}{q_1} - \frac{1}{3}\left(\frac{p_1}{q_1}\right)^3 + \frac{1}{5}\left(\frac{p_1}{q_1}\right)^5 - \ldots$$
$$+ \left[\left(\frac{p_2 q_1 - p_1 q_2}{q_1^2}\right) - \left(\frac{p_1}{q_1}\right)^2\left(\frac{p_2 q_1 - p_1 q_2}{q_1^2}\right) + \left(\frac{p_1}{q_1}\right)^4\left(\frac{p_2 q_1 - p_1 q_2}{q_1^2}\right) - \ldots\right] t_1$$
$$+ \left[\frac{p_3 q_1^2 - q_3 p_1 q_1 - p_2 q_1 q_2 + p_1 q_2^2}{q_1^3} - \frac{p_1}{q_1}\left(\frac{p_2 q_1 - p_1 q_2}{q_1^2}\right)^2 \ldots\right] t_1^2$$

oder, da der Coefficient von t_1:

$$\frac{p_2 q_1 - p_1 q_2}{q_1^2} \quad \frac{1}{1 + \left(\frac{p_1}{q_1}\right)^2} = \frac{p_2 q_1 - p_1 q_2}{p_1^2 + q_1^2}$$

ist, wenn Kürze halber:

$$arc\, tang \frac{p_1}{q_1} = \Pi_0; \quad \frac{p_2 q_1 - p_1 q_2}{p_1^2 + q_1^2} = \Pi_0'$$
$$\frac{p_3 q_1^2 - q_3 p_1 q_1 - p_2 q_1 q_2 + p_1 q_2^2}{q_1^3} - \frac{p_1}{q_1}\left(\frac{p_2 q_1 - p_1 q_2}{q_1^2}\right)^2 = \Pi_0''$$

gesetzt wird:

$$\Pi_1 = \Pi_0 + \Pi_0' t_1 + \Pi_0'' t_1^2 \tag{6}$$

mit den numerischen Werthen:

$$\Pi_0 = 173°0'12''; \quad \Pi_0' = -8''\cdot 683; \quad \Pi_0'' = +0\cdot 000011.$$

Daraus folgt zunächst (was schon im Artikel »Mechanik des Himmels« erwähnt wurde), dass der Schnittpunkt der beweglichen Ekliptik sich dem Punkte Υ_0 immer mehr nähert. Weiter wird:

$$tang^2 \pi_1 = (p_1^2 + q_1^2)t_1^2 + 2(p_1 p_2 + q_1 q_2)t_1^3 + (p_2^2 + q_2^2 + 2p_1 p_3 + 2q_1 q_3)t_1^4$$

und hieraus, wenn man

$$\sqrt{p_1^2 + q_1^2} = \pi_0; \quad \frac{p_1 p_2 + q_1 q_2}{\pi_0} = \pi_0'$$

$$\frac{1}{2}\,\frac{p_2^2 + q_2^2 + 2p_1 p_3 + 2q_1 q_3}{\pi_0} - \frac{1}{2}\,\frac{(p_1 p_2 + q_1 q_2)^2}{\pi_0^3} - \frac{1}{3}\pi_0^3 = \pi_0''$$

setzt

$$\pi_1 = \pi_0\, t_1 + \pi_0'\, t_1^2 + \pi_0''\, t_1^3 \tag{7}$$

mit den numerischen Werthen:

$$\pi_0 = +\,0''\!\cdot\!47951\;;\; \pi_0' = -\,0''\!\cdot\!0000032453\;;\; \pi_0'' = -\,0\cdot00000000014.$$

Es ist nun zunächst die gegenseitige Lage der Schnittpunkte der drei Ekliptiken zu bestimmen. Man hat in dem Dreiecke $E_1 E_2 E$ (Fig. 400):

gegeben: $E_1 E_2 = \Pi_1 - \Pi_2$; $\quad \sphericalangle E_2 E_1 E = \pi_1$; $\quad \sphericalangle E E_2 E_1 = 180° - \pi_2$
zu suchen: $E_1 E = x$; $\quad E_2 E = y$; $\quad \sphericalangle E_1 E E_2 = \pi$.

Die GAUSS'schen Gleichungen geben, wenn man $\Pi_1 - \Pi_2 = a$ setzt:

$$sin\,\tfrac{1}{2}\pi\, sin\,\tfrac{1}{2}(x+y) = sin\,\tfrac{1}{2}a\, sin\,\tfrac{1}{2}(\pi_2+\pi_1) \qquad cos\,\tfrac{1}{2}\pi\, sin\,\tfrac{1}{2}(x-y) = sin\,\tfrac{1}{2}a\, cos\,\tfrac{1}{2}(\pi_2+\pi_1)$$
$$sin\,\tfrac{1}{2}\pi\, cos\,\tfrac{1}{2}(x+y) = cos\,\tfrac{1}{2}a\, sin\,\tfrac{1}{2}(\pi_2-\pi_1) \qquad cos\,\tfrac{1}{2}\pi\, cos\,\tfrac{1}{2}(x-y) = cos\,\tfrac{1}{2}a\, cos\,\tfrac{1}{2}(\pi_2-\pi_1)$$

Daraus folgt:

$$tang\,\tfrac{1}{2}(x+y) = tang\,\tfrac{1}{2}a\,\frac{\frac{1}{2}(\pi_1+\pi_2) - \frac{1}{48}(\pi_1+\pi_2)^3}{\frac{1}{2}(\pi_2-\pi_1) - \frac{1}{48}(\pi_2-\pi_1)^3} = tang\,\tfrac{1}{2}a\,\frac{\pi_2+\pi_1}{\pi_2-\pi_1}\left(1 - \tfrac{1}{6}\pi_1\pi_2\right)$$

$$tang\,\tfrac{1}{2}(x-y) = tang\,\tfrac{1}{2}a\,\frac{1-\frac{1}{8}(\pi_2+\pi_1)^2}{1-\frac{1}{8}(\pi_2-\pi_1)^2} = tang\,\tfrac{1}{2}a\,(1 - \tfrac{1}{2}\pi_1\pi_2)$$

und nach einigen leichten Reduktionen

$$\left.\begin{aligned}\tfrac{1}{2}(x+y) &= \tfrac{1}{2}a\,\frac{\pi_2+\pi_1}{\pi_2-\pi_1} - \tfrac{1}{12}a\,\frac{\pi_2+\pi_1}{\pi_2-\pi_1}\cdot\pi_1\pi_2\left[2\left(\frac{a}{\pi_2-\pi_1}\right)^2 + 1\right]\\ \tfrac{1}{2}(x-y) &= \tfrac{1}{2}a - \tfrac{1}{4}a\,\pi_1\pi_2.\end{aligned}\right\} \tag{8}$$

Weiter folgt aus der zweiten der obigen GAUSS'schen Gleichungen:

$$(\tfrac{1}{2}\pi - \tfrac{1}{48}\pi^3)\,[1 - \tfrac{1}{8}(x+y)^2] = (1 - \tfrac{1}{8}a^2)\,[\tfrac{1}{2}(\pi_2-\pi_1) - \tfrac{1}{48}(\pi_2-\pi_1)^3]$$

und nach entsprechender Reduktion

$$\pi = (\pi_2 - \pi_1) + \tfrac{1}{2}\,\frac{\pi_1\pi_2 a^2}{\pi_2 - \pi_1}. \tag{8a}$$

Am einfachsten lassen sich nun die Ausdrücke für Π und für die allgemeine Präcession ausdrücken. Man hat offenbar, wenn man wie früher $E_1\Upsilon_1 = b_1$; $E_2\Upsilon = b_2$; $E\Upsilon = b$ setzt.

$$b_1 = \Pi_1 + l_1; \quad b_2 = \Pi_2 + l_2; \quad b = \Pi + l;$$

Es ist aber

$$\begin{aligned}\Pi &= E\Upsilon_1 = E_1\Upsilon_1 - E_1 E = b_1 - x = \Pi_1 + l_1 - x\\ l &= C\Upsilon = E_2\Upsilon - E_2 C = b_2 - (E_2 E + EC) =\\ &= b_2 - y - E\Upsilon_1 = b_2 - y - (E_1\Upsilon_1 - E_1 E)\\ &= b_2 - y - b_1 + x = (\Pi_2 - \Pi_1) + (l_2 - l_1) + (x - y)\end{aligned}$$

also

$$\left.\begin{aligned}\Pi &= \Pi_1 + l_1 - x\\ l &= (l_2 - l_1) - \tfrac{1}{2}a\,\pi_1\pi_2.\end{aligned}\right\} \tag{9}$$

Um l', a, ε' zu bestimmen, hat man das Dreieck $E_1 K_2 K$ an Stelle des Dreieckes $E_1 K_1 \Upsilon_1$ treten zu lassen; man hat daher π_1, Π_1 beizubehalten, also t_1 für t zu setzen, hingegen an Stelle von

ψ, b, a, $\Delta\varepsilon$, ε_1 zu setzen: $-l_2'$, $\Pi_1 + l_1 + l'$, $a_2 - a$, $\varepsilon_2' - \varepsilon_0$, ε'

und erhält:

$$a_2 - a = \beta_1 t_1 + \beta_2 t_1^2 + \beta_3 t_1^3 + \frac{q_1}{\sin\varepsilon_0} l_2' t_1 - \frac{\cos\varepsilon_0}{\sin^2\varepsilon_0} p_1 (\varepsilon_2' - \varepsilon_0) t_1 -$$
$$- \left[\frac{\cos\varepsilon_0}{\sin^2\varepsilon_0}(q_1^2 - p_1^2) - \frac{q_2}{\sin\varepsilon_0}\right] l_2' t_1^2 - \frac{p_1}{2\sin\varepsilon_0} l_2'^2 t_1$$

$$\Pi_1 + l_1 + l' = \Pi_1 + l_2' + \gamma_1 t_1 + \gamma_2 t_1^2 + \gamma_3 t_1^3 - \operatorname{cotang}\varepsilon_0 q_1 l_2' t_1 + \frac{p_1}{\sin^2\varepsilon_0}(\varepsilon_2' - \varepsilon_0) t_1 \quad (10)$$
$$+ [\tfrac{1}{2}(1 + 2\operatorname{cotang}^2\varepsilon_0)(q_1^2 - p_1^2) - \operatorname{cotang}\varepsilon_0 q_2] l_2' t_1^2 + \tfrac{1}{2}\operatorname{cotang}\varepsilon_0 p_1 l_2'^2 t_1$$
$$\varepsilon' = \varepsilon_0 + (\varepsilon_2' - \varepsilon_0) + q_1 t_1 + [\tfrac{1}{2}\operatorname{cotang}\varepsilon_0 p_1^2 + q_2] t_1^2 - p_1 l_2' t_1'$$

wobei die Coëfficienten β_1, β_2, β_3, γ_1, γ_2, γ_3, die aus den Formeln § 97 (7) der »Mechanik des Himmels« ersichtliche Bedeutung haben[1]. In den Formeln (8) bis (10) sind nun noch nebst den durch (6) und (7) bereits bekannten Werthen von π_1, Π_1, welche die neue Fundamentalebene bestimmen, noch die folgenden, noch zu berechnenden Werthe enthalten:

$$(\Pi_1 - \Pi_2),\ \pi_2,\ l_2 - l_1,\ l_2',\ \varepsilon_2'.$$

Man hat:

$$\Pi_2 = \Pi_0 + \Pi_0'(t_1 + \tau) + \Pi_0''(t_1 + \tau)^2; \qquad \pi_2 = \pi_0(t_1 + \tau) + \pi_0'(t_1 + \tau)^2 + \pi_0''(t_1 + \tau)^3,$$

demnach

$$\alpha = \Pi_1 - \Pi_2 = -\Pi_0'\tau - \Pi_0''(2t_1\tau + \tau^2);$$
$$\pi_2 - \pi_1 = \pi_0\tau + \pi_0'(2t_1\tau + \tau^2) + \pi_0''(3t_1^2\tau + 3t_1\tau^2 + \tau^3)$$
$$\frac{\alpha}{\pi_2 - \pi_1} = -\frac{\Pi_0'}{\pi_0}\left[1 + \left(\frac{\Pi_0''}{\Pi_0} - \frac{\pi_0'}{\pi_0}\right)(2t_1 + \tau)\right]$$
$$\pi_1\pi_2 = \pi_0^2(t_1^2 + t_1\tau)$$
$$\tfrac{1}{2}\alpha\pi_1\pi_2 = -\tfrac{1}{2}\Pi_0'\pi_0^2(t_1^2\tau + t_1\tau^2)$$
$$l_2 - l_1 = \lambda_1\tau + \lambda_2(2t_1\tau + \tau^2) + \lambda_3(3t_1^2\tau + 3t_1\tau^2 + \tau^3)$$
$$\varepsilon_2' = \varepsilon_0 + \eta_2'(t_1 + \tau)^2 + \eta_3'(t_1 + \tau)^3$$
$$\operatorname{cotang}\varepsilon_2' = \operatorname{cotang}\varepsilon_0 - \operatorname{cosec}^2\varepsilon_0\,\eta_2'(t_1 + \tau)^2;$$
$$\operatorname{cosec}\varepsilon_2' = \operatorname{cosec}\varepsilon_0 - \operatorname{cotang}\varepsilon_0 \operatorname{cosec}\varepsilon_0\,\eta_2'(t_1 + \tau)^2.$$

Man erhält daher nach einigen leichten Reductionen:

$$\tfrac{1}{2}(x - y) = -\tfrac{1}{2}\Pi_0'\tau - \tfrac{1}{2}\Pi_0''(2t_1 + \tau)\tau$$
$$\tfrac{1}{2}(x + y) = -\tfrac{1}{2}\Pi_0'\left[1 + \left(\frac{\Pi_0''}{\Pi_0'} - \frac{\pi_0'}{\pi_0}\right)(2t_1 + \tau)\right](2t_1 + \tau)$$
$$\pi' = [\pi_0 + 2\pi_0' t_1 + (3\pi_0'' + \tfrac{1}{2}\Pi_0'^2\pi_0)t_1^2]\tau + [\pi_0' + (3\pi_0'' + \tfrac{1}{2}\Pi_0'^2\pi_0)t_1]\tau^2 + \pi_0''\tau^3$$
$$\Pi' = \left[\Pi_0 + (2\Pi_0' + \lambda_1)t_1 + \left(3\Pi_0'' + \lambda_2 - 2\frac{\pi_0'}{\pi_0}\Pi_0'\right)t_1^2\right]$$
$$+ \left[\Pi_0' + \left(3\Pi_0'' - 2\frac{\pi_0'}{\pi_0}\Pi_0'\right)t_1\right]\tau + \left(\Pi_0'' - \tfrac{1}{2}\frac{\pi_0'}{\pi_0}\Pi_0'\right)\tau^2$$
$$l = [\lambda_1 + 2\lambda_2 t_1 + (3\lambda_3 + \tfrac{1}{2}\Pi_0'\pi_0^2)t_1^2]\tau + [\lambda_2 + (3\lambda_3 + \tfrac{1}{2}\Pi_0'\pi_0^2)t_1]\tau^2 + \lambda^3\tau^3.$$

Das Dreieck $E_2 K_2 \Upsilon$ liefert aber die Formeln § 97 (7) »Mechanik des Himmels«, in denen t, ψ, b, a, $\Delta\varepsilon$, ε_1 ersetzt sind durch t_2, $-l_2$, $\Pi_2 + l_2$, a_2, $\varepsilon_2' - \varepsilon_0$, ε. Man erhält daher für a_2 eine Formel, welche mit der ersten Formel (10) ganz gleichlautend ist, in welcher nur t_1 durch t_2 ersetzt ist; zieht man daher die beiden Formeln von einander ab, und ersetzt dann l_2' durch seinen Werth, so folgt:

---

[1]) Die Ausdrücke β_3, γ_3 und die Coëfficienten von $l_2'^2 t_1$ und $l_2' t_1^2$ wurden dort Kürze halber weggelassen.

$$a = \{\beta_1 + [2\beta_2 + \lambda_1']t_1 + [3\beta_3 + \lambda_2' - cotang\,\varepsilon_0 cosec\,\varepsilon_0 p_1 \eta_2']t_1^2 -$$
$$- 2[cotang\,\varepsilon_0 cosec\,\varepsilon_0 (q_1^2 - p_1^2) - q_2 cosec\,\varepsilon_0]\lambda_1' - \tfrac{1}{2} p_1 cosec\,\varepsilon_0 \lambda_1'^2]t_1^2\}\tau +$$
$$+ \left\{\beta_2 + \lambda_1' + \left[3\beta_3 + 2\lambda_2' - 2\frac{cos\,\varepsilon_0}{sin^2\varepsilon_0} p_1 \eta_2' - 3\left(\frac{cos\,\varepsilon_0}{sin^2\varepsilon_0}(q_1^2 - p_1^2) - \frac{q_2}{sin\,\varepsilon_0}\right)\lambda_1' - \frac{p_1}{sin\,\varepsilon_0}\lambda_1'^2\right]t_1\right\}\tau^2 +$$
$$+ \left\{\beta_3 + \lambda_2' - \frac{cos\,\varepsilon_0}{sin^2\varepsilon_0} p_1 \eta_2' - \left[\frac{cos\,\varepsilon_0}{sin^2\varepsilon_0}(q_1^2 - p_1^2) - \frac{q_2}{sin\,\varepsilon_0}\right]\lambda_1' - \frac{p_1}{2\,sin\,\varepsilon_0}\lambda_1'^2\right\}\tau^3.$$

In der zweiten Formel (10) kommt in dem Ausdrucke für l' der Werth $l_2' - l_1$ vor. Man erhält aber genau dieselbe Formel für $\Pi_1 + l_1$, wenn rechts nur l_1' an Stelle von l_2' und ε_1' an Stelle von ε_2' gesetzt wird. Zieht man wieder die beiden Formeln von einander ab, und ordnet, so erhält man:

$$l' = \{\lambda_1' + [2\lambda_2' - cotang\,\varepsilon_0 q_1 \lambda_1']t_1 + [3\lambda_3' - 2\,cotang\,\varepsilon_0 q_1 \lambda_2' - cotang\,\varepsilon_0 q_2 \lambda_1' +$$
$$+ cotang\,\varepsilon_0 p_1 \lambda_1'^2 + 2\,cosec^2\varepsilon_0 \eta_2' p_1 + \tfrac{1}{2}(1 + 2\,cotang^2\varepsilon_0)(q_1^2 - p_1^2)\lambda_1']t_1^2\}\tau$$
$$+ [\lambda_2' + (3\lambda_3' - cotang\,\varepsilon_0 q_1 \lambda_2' + \tfrac{1}{2} cotang\,\varepsilon_0 p_1 \lambda_1'^2 + cosec^2\varepsilon_0 \eta_2' p_1)t_1]\tau^2 + \lambda_3'\tau^3.$$

Endlich wird:

$$\varepsilon' = \varepsilon_0 + q_1 t_1 + (\eta_2' + \tfrac{1}{2} cotang\,\varepsilon_0 p_1^2 + q_2 - p_1\lambda_1')t_1^2 + (\eta_3' - p_1\lambda_2')t_1^3 +$$
$$+ \{(2\eta_2' - p_1\lambda_1')t_1 + (3\eta_3' - 2p_1\lambda_2')t_1^2\}\tau + \{\eta_2' + (3\eta_3' - p_1\lambda_2')t_1\}\tau^2 + \eta_3'\tau^3.$$

Hiermit ist die erste der zu lösenden Aufgaben erledigt, indem bei Zugrundelegung einer anderen Ausgangsepoche die Coëfficienten von τ, τ^2, τ^3 zunächst mittels des der neuen Epoche entsprechenden Werthes von $t_1 = T_0 - 1850$ zu berechnen sind. Die numerischen Werthe werden später gleich in der für die Praxis verwendbaren Form mitgetheilt.

Der zweite zu berücksichtigende Punkt betrifft den Umstand, dass die Zeiteinheit für alle Constanten das julianische Jahr ist, während man in der Praxis als Zeiteinheit das tropische Jahr wählt. Dieses ist sowohl in Folge der Secularänderung der Länge der Sonne, als auch in Folge der Veränderlichkeit der Präcession selbst nicht constant (vergl. den Artikel »Chronologie«, I. Bd., pag. 594). Nach LE VERRIER's Sonnentafeln ist die mittlere siderische Länge der Sonne gegeben durch:

$$L = L_0 + 1295977''\cdot4427\,t - 0''\cdot00000219\,t^2,$$

wo L_0 eine Constante ist. Addirt man hierzu die jährliche Präcession, so erhält man für die mittlere tropische Länge:

$$L' = L_0 + 1296027''\cdot6784\,t + 0''\cdot00011072\,t^2 + 0\cdot00000000032\,t^3$$
$$= L_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3, \qquad (11)$$

wobei t in Einheiten des julianischen Jahres ausgedrückt ist. Sobald nun $L' - L_0$ denselben Werth erhält, d. h. ein Vielfaches von 360° wird, also $L' = L_0 + 360° x$ wird, sind x tropische Jahre verflossen. Es drücken sich daher x tropische Jahre in julianischen Jahren t durch

$$1296000''x = bx = a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3$$

aus. Um aber t durch x zu ersetzen, sei

$$t = A_1 x + A_2 x^2 + A_3 x^3. \qquad (11a)$$

Setzt man diesen Werth oben ein, so folgt nach der Methode der unbestimmten Coëfficienten:

$$A_1 = \frac{b}{a_1} = 1 - \alpha \quad (\alpha \text{ eine sehr kleine Grösse, gleich } 0{\cdot}0000\,21357)$$

$$A_2 = -\frac{a_2}{a_1} A_1^2 = -\frac{a_2}{a_1}(1 - 2\alpha)$$

$$A_3 = -\frac{2a_2 A_1 A_2}{a_1} - \frac{a_3}{a_1} A_1^3 = 2\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^2 - \left(\frac{a_3}{a_1}\right)(1 - 3\alpha)$$

wofür hinreichend genau $A_2 = -\frac{a_2}{a_1}$; $A_3 = -\frac{a_3}{a_1}$ gesetzt werden kann. Die numerische Substitution ergiebt:

$$A_1 = 0{\cdot}999978643$$
$$A_2 = -0{\cdot}00000000008543$$
$$A_3 = -0{\cdot}000000000000000247.$$

Es entsprechen daher den in julianischen Jahren ausgedrückten Intervallen t_1, $t_2 = t_1 + \tau$ die in tropischen Jahren ausgedrückten Intervalle x_1, $x_2 = x_1 + \xi$, wobei:

$$t_1 = A_1 x_1 + A_2 x_1^2 + A_3 x_1^3$$
$$\tau = (A_1 + 2A_2 x_1 + 3A_3 x_1^2)\xi + (A_2 + 3A_3 x_1)\xi^2 + A_3 \xi^3$$

ist. Diese Ausdrücke sind in die Formeln pag. 5 und 6 zu substituiren, wodurch man die folgenden numerischen Resultate erhält, in denen jedoch Kürze halber die dritten Potenzen der Zeit weggelassen wurden[1]), und $x = T_0 - 1850$, die seit 1850 bis zur neuen Ausgangsepoche verflossene Zeit und $\xi = T - T_0$ das von dieser bis zu dem vorliegenden Zeitmomente befindliche Intervall darstellt.

$$\begin{aligned}
\pi &= [+0''{\cdot}47950 - 0''{\cdot}00000650(T_0 - 1850)](T - T_0) - 0''{\cdot}00000325(T - T_0)^2 \\
\Pi &= 173^\circ\,0'\,12'' + 32''{\cdot}869(T_0 - 1850) - 8''{\cdot}683(T - T_0) \\
a &= [+0''{\cdot}14673 - 0''{\cdot}00019172(T_0 - 1850)](T - T_0) \\
&\quad - 0''{\cdot}00024183(T - T_0)^2 \\
p &= [50''{\cdot}36924 + 0''{\cdot}00005006(T_0 - 1850)](T - T_0) \\
&\quad - 0''{\cdot}00010888(T - T_0)^2 \qquad\qquad\qquad\qquad \text{(A)} \\
\varepsilon' &= 23^\circ\,27'\,31''{\cdot}83 - 0''{\cdot}47593(T_0 - 1850) - 0''{\cdot}00000143(T_0 - 1850)^2 + \\
&\quad + 0''{\cdot}00000713(T - T_0)^2 \\
l &= [50''{\cdot}23465 + 0''.00022580(T_0 - 1850)](T - T_0) + 0''{\cdot}00011290(T - T_0)^2 \\
\varepsilon &= 23^\circ\,27'\,31''{\cdot}83 - 0''{\cdot}47593(T_0 - 1850) - 0''{\cdot}00000143(T_0 - 1850)^2 \\
&\quad - [0''{\cdot}47593 + 0''{\cdot}00000287(T_0 - 1850)](T - T_0) - 0''{\cdot}00000143(T - T_0)^2
\end{aligned}$$

Diese Ausdrücke reichen aus, um die Aenderungen zu bestimmen, welche die auf die Ekliptik bezogenen Sternpositionen erfahren. Mit wenigen Ausnahmen werden aber die Sternpositionen auf den Aequator als Fundamentalebene bezogen, zu welchem Behufe noch einige Hilfsgrössen nöthig sind, die für diesen dieselbe Bedeutung haben, wie π, Π, a für die Ekliptik.

Ist, bezogen auf die Ekliptik und den Aequator der Ausgangsepoche Υ_1 das Aequinoktium; hingegen Υ das Aequinoktium zu irgend einer anderen Epoche (wobei also E_0 und A_0 jetzt nicht weiter in Betracht kommen), so schneiden sich die beiden grössten Kreise (A_1) und (A) wegen der nahe parallelen Verschiebung des Aequators, d. h. des sehr geringen Unterschiedes zwischen ε_1 und ε' in einem Punkte A, welcher nahe 90° in dem Aequator von dem Frühlingspunkt absteht. Sei

$$A\Upsilon_1 = P = 90^\circ - p; \quad AK = Q = 90^\circ - q; \quad \sphericalangle \Upsilon_1 A \Upsilon = n,$$

[1]) Vergl. hierzu v. Oppolzer, l. c. pag. 202.

so erhält man aus dem sphärischen Dreiecke $\gamma_1 A \gamma$ durch die GAUSS'schen Gleichungen:

$$\sin\tfrac{1}{2}n\cos\tfrac{1}{2}(p+q)=\sin\tfrac{1}{2}l'\sin\tfrac{1}{2}(\varepsilon_1+\varepsilon') \qquad \cos\tfrac{1}{2}n\sin\tfrac{1}{2}(p-q)=\sin\tfrac{1}{2}l'\cos\tfrac{1}{2}(\varepsilon_1+\varepsilon')$$
$$\sin\tfrac{1}{2}n\sin\tfrac{1}{2}(p+q)=\cos\tfrac{1}{2}l'\sin\tfrac{1}{2}(\varepsilon_1-\varepsilon') \qquad \cos\tfrac{1}{2}n\cos\tfrac{1}{2}(p-q)=\cos\tfrac{1}{2}l'\cos\tfrac{1}{2}(\varepsilon_1-\varepsilon').$$

Setzt man hier $\varepsilon'=\varepsilon_1+\Delta\varepsilon$ ein, so erhält man

$$\tang\tfrac{1}{2}(p+q)=-\frac{\sin\frac{1}{2}\Delta\varepsilon}{\sin(\varepsilon_1+\frac{1}{2}\Delta\varepsilon)}\cotang\tfrac{1}{2}l'; \quad \tang\tfrac{1}{2}(p-q)=+\frac{\cos(\varepsilon_1+\frac{1}{2}\Delta\varepsilon)}{\cos\frac{1}{2}\Delta\varepsilon}\tang\tfrac{1}{2}l'$$
$$\sin\tfrac{1}{2}n=\sin\tfrac{1}{2}l'\,\frac{\sin(\varepsilon_1+\frac{1}{2}\Delta\varepsilon)}{\cos\frac{1}{2}(p+q)}.$$

Gemäss den Formeln auf pag. 7 ist aber

$$l'=\lambda_1'\xi+\lambda_2'\xi^2+\lambda_3'\xi^3; \qquad \Delta\varepsilon=\eta_2'\xi^2+\eta_3'\xi^3,$$

wobei die Coëfficienten von den früher so bezeichneten verschieden, und selbst Functionen von $x=T_0-1850$ sind; hiermit wird:

$$\begin{aligned}
p+q &= -\frac{2\eta_2'}{\lambda_1'\sin\varepsilon_1}\xi+\frac{2\eta_2'\lambda_2'-2\eta_3'\lambda_1'}{\lambda_1'^2\sin\varepsilon_1}\xi^2\\
p-q &= \cos\varepsilon_1\lambda_1'\xi+\cos\varepsilon_1\lambda_2'\xi^2+[\cos\varepsilon_1\lambda_3'-\tfrac{1}{2}\sin\varepsilon_1\eta_2'\lambda_1'+\tfrac{1}{12}\cos\varepsilon_1\sin^2\varepsilon_1\lambda_1'^3]\xi^3\\
n &= \sin\varepsilon_1\lambda_1'\xi+\sin\varepsilon_1\lambda_2'\xi^2+\Big[\sin\varepsilon_1\lambda_3'+\tfrac{1}{2}\cos\varepsilon_1\eta_2'\lambda_1'+\tfrac{1}{2}\frac{\eta_2'^2}{\lambda_1'\sin\varepsilon_1}-\\
&\qquad -\tfrac{1}{24}\sin\varepsilon_1\cos^2\varepsilon_1\lambda_1'^3\Big]\xi^3\\
P &= 90^\circ+\Big[\frac{\eta_2'}{\lambda_1'\sin\varepsilon_1}-\tfrac{1}{2}\cos\varepsilon_1\lambda_1'\Big]\xi+\Big[\frac{\eta_3'\lambda_1'-\eta_2'\lambda_2'}{\lambda_1'^2\sin\varepsilon_1}-\tfrac{1}{2}\cos\varepsilon_1\lambda_2'\Big]\xi^2.
\end{aligned} \tag{12}$$

Macht man $AD=A\gamma_1$, so bedeutet $\gamma D=m$ das Rückweichen des Frühlingspunktes im Aequator, eine der allgemeinen Präcession l in der Ekliptik analoge Grösse. Da $D\gamma=AK-AD-\gamma K$ ist, so hat man:

$$m=Q-P-a=p-q-a$$

und da $a=\alpha_1\xi+\alpha_2\xi^2+\alpha_3\xi^3$ ist, so wird:

$$\begin{aligned}
m &= [\cos\varepsilon_1\lambda_1'-\alpha_1]\xi+[\cos\varepsilon_1\lambda_2'-\alpha_2]\xi^2+[\cos\varepsilon_1\lambda_3'-\tfrac{1}{2}\sin\varepsilon_1\eta_2'\lambda_1'+\\
&\qquad +\tfrac{1}{12}\cos\varepsilon_1\sin^2\varepsilon_1\lambda_1'^3-\alpha_3]\xi^3.
\end{aligned} \tag{12a}$$

Hierbei ist ε_1 der Werth von ε für $T=T_0$, demnach nach der letzten Formel auf pag. 7:

$$\varepsilon_1=\varepsilon_0+\eta_1 x+\eta_2 x^2+\eta_3 x^3,$$

welcher Werth noch in den obigen Formeln einzuführen ist. Die Substitution giebt endlich:

$$\begin{aligned}
m &= [+46''\cdot05931+0''\cdot00028391(T_0-1850)](T-T_0)+0''\cdot00014195(T-T_0)^2\\
n &= [+20''\cdot05150-0''\cdot00008669(T_0-1850)](T-T_0)-0''\cdot00004334(T-T_0)^2\\
P &= 90^\circ-[23''\cdot030+0''000142(T_0-1850)](T-T_0)-0''\cdot000031(T-T_0)^2.
\end{aligned} \tag{B}$$

Ist BB_1 der die Bahn eines Himmelskörpers darstellende grösste Kreis, so dass $\gamma_1\Omega_0=\Omega_0$ und i_0 die Bahnelemente: Knoten und Neigung, bezogen auf die Ekliptik E_1 darstellen, so werden $\gamma\Omega=\Omega$ und i diese Elemente, bezogen auf die Ekliptik einer anderen Epoche (ohne Rücksicht auf eine Aenderung in der Bahn der Himmelskörper selbst) darstellen. Desgleichen sind für den Aequator Ω_0', i_0', Ω', i' die Bahnelemente bezogen auf zwei verschiedene Aequinoctien. Man hat nun in dem Dreiecke $E\Omega_0\Omega$ für die Ekliptik und $A\Omega_0'\Omega'$ für den Aequator die Seiten und gegenüberliegenden Winkel:

$E\Omega_0 = \Pi - \Omega_0$	(a)	i	(A)	$A\Omega_0' = P - \Omega_0'$	(a)	i'	(A)
$F\Omega = \Pi + l - \Omega$	(b)	$180° - i_0$	(B)	$A\Omega' = P + m - \Omega'$	(b)	$180° - i_0'$	(B)
$\Omega\Omega_0 = \omega - \omega_0 = \Delta\omega$	(c)	π	(C)	$\Omega_0'\Omega' = \omega' - \omega = \Delta\omega'$	(c)	π	(C),

woraus man sieht, dass man die für den Aequator giltigen Formeln aus den für die Ekliptik giltigen durch einfache Buchstabenvertauschungen erhält.

Für die Ableitung der Formeln dienen die GAUSS'schen Gleichungen. Noch praktischer wird eine Serie von Formeln, welche man leicht aus diesen durch passende Combination derselben erhält, und die ganz allgemein für ein sphärisches Dreieck in der üblichen Bezeichnungsweise lauten:

$$\left.\begin{aligned}
\sin\tfrac{1}{2}A\cos\tfrac{1}{2}(b+c-a) &= +\cos\tfrac{1}{2}B\cos\tfrac{1}{2}C - \sin\tfrac{1}{2}B\sin\tfrac{1}{2}C\cos a\\
\sin\tfrac{1}{2}A\sin\tfrac{1}{2}(b+c-a) &= +\sin\tfrac{1}{2}B\sin\tfrac{1}{2}C\sin a\\
\cos\tfrac{1}{2}A\cos\tfrac{1}{2}(b-c-a) &= +\sin\tfrac{1}{2}B\cos\tfrac{1}{2}C + \cos\tfrac{1}{2}B\sin\tfrac{1}{2}C\cos a\\
\cos\tfrac{1}{2}A\sin\tfrac{1}{2}(b-c-a) &= -\cos\tfrac{1}{2}B\sin\tfrac{1}{2}C\sin a
\end{aligned}\right\}\quad\text{(m)}$$

$$\left.\begin{aligned}
\sin\tfrac{1}{2}A\cos\tfrac{1}{2}(b+c+a) &= -\sin\tfrac{1}{2}B\sin\tfrac{1}{2}C + \cos\tfrac{1}{2}B\cos\tfrac{1}{2}C\cos a\\
\sin\tfrac{1}{2}A\sin\tfrac{1}{2}(b+c+a) &= +\cos\tfrac{1}{2}B\cos\tfrac{1}{2}C\sin a\\
\cos\tfrac{1}{2}A\cos\tfrac{1}{2}(b-c+a) &= +\cos\tfrac{1}{2}B\sin\tfrac{1}{2}C + \sin\tfrac{1}{2}B\cos\tfrac{1}{2}C\cos a\\
\cos\tfrac{1}{2}A\sin\tfrac{1}{2}(b-c+a) &= +\sin\tfrac{1}{2}B\cos\tfrac{1}{2}C\sin a
\end{aligned}\right\}\quad\text{(n)}$$

$$\left.\begin{aligned}
\sin\tfrac{1}{2}a\sin\tfrac{1}{2}(B-C+A) &= +\sin\tfrac{1}{2}b\cos\tfrac{1}{2}c - \cos\tfrac{1}{2}b\sin\tfrac{1}{2}c\cos A\\
\sin\tfrac{1}{2}a\cos\tfrac{1}{2}(B-C+A) &= +\cos\tfrac{1}{2}b\sin\tfrac{1}{2}c\sin A\\
\cos\tfrac{1}{2}a\sin\tfrac{1}{2}(B+C+A) &= +\cos\tfrac{1}{2}b\cos\tfrac{1}{2}c + \sin\tfrac{1}{2}b\sin\tfrac{1}{2}c\cos A\\
\cos\tfrac{1}{2}a\cos\tfrac{1}{2}(B+C+A) &= -\sin\tfrac{1}{2}b\sin\tfrac{1}{2}c\sin A
\end{aligned}\right\}\quad\text{(p)}$$

$$\left.\begin{aligned}
\sin\tfrac{1}{2}a\sin\tfrac{1}{2}(B-C-A) &= -\cos\tfrac{1}{2}b\sin\tfrac{1}{2}c + \sin\tfrac{1}{2}b\cos\tfrac{1}{2}c\cos A\\
\sin\tfrac{1}{2}a\cos\tfrac{1}{2}(B-C-A) &= +\sin\tfrac{1}{2}b\cos\tfrac{1}{2}c\sin A\\
\cos\tfrac{1}{2}a\sin\tfrac{1}{2}(B+C-A) &= +\sin\tfrac{1}{2}b\sin\tfrac{1}{2}c + \cos\tfrac{1}{2}b\cos\tfrac{1}{2}c\cos A\\
\cos\tfrac{1}{2}a\cos\tfrac{1}{2}(B+C-A) &= +\cos\tfrac{1}{2}b\cos\tfrac{1}{2}c\sin A.
\end{aligned}\right\}\quad\text{(q)}$$

Diese Formeln werden sehr praktisch, wenn eine der zu suchenden Seiten oder einer der zu suchenden Winkel, folglich auch die Differenz der beiden anderen gleichartigen Stücke sehr klein ist, oder aber, wenn die Summe der zu suchenden Seiten oder Winkel nahe gleich dem dritten gleichartigen Stücke ist. Hieraus erhält man

$$\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(b+c-a) = \frac{\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}C\sin a}{1-\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}C\cos a}$$

und ähnlich für die übrigen, und daraus durch die bekannte Reihenentwickelung:

1) Wenn C nahe 0° ist:

$$\tfrac{1}{2}(b+c-a) = +(\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}C)\sin a + \tfrac{1}{2}(\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}C)^2\sin 2a + \\ + \tfrac{1}{3}(\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}C)^3\sin 3a + \ldots$$

$$\tfrac{1}{2}(b-c-a) = -(\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}C)\sin a + \tfrac{1}{2}(\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}C)^2\sin 2a - \\ - \tfrac{1}{3}(\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}C)^3\sin 3a + \ldots\ldots$$

$$\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}(A+B) = \operatorname{tang}\tfrac{1}{2}C\,\frac{\cos\tfrac{1}{2}(a+b)}{\cos\tfrac{1}{2}(a-b)}$$

2) Wenn C nahe 180° ist:

$$\tfrac{1}{2}(b+c+a) = -(\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}C)\sin a - \tfrac{1}{2}(\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}C)^2\sin 2a - \\ - \tfrac{1}{3}(\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}C)^3\sin 3a - \ldots\ldots$$

$$\tfrac{1}{2}(b-c+a) = +(\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}C)\sin a - \tfrac{1}{2}(\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}C)^2\sin 2a + \\ + \tfrac{1}{3}(\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}B\operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}C)^3\sin 3a - \ldots$$

$$\operatorname{tang}\tfrac{1}{2}(A-B) = \operatorname{cotang}\tfrac{1}{2}C\,\frac{\sin\tfrac{1}{2}(a-b)}{\sin\tfrac{1}{2}(a+b)}.$$

3) Wenn c sehr klein ist:

$$90^\circ - \tfrac{1}{2}(B - C + A) = + (cotang \tfrac{1}{2} b \, tang \tfrac{1}{2} c) \sin A + \tfrac{1}{2} (cotang \tfrac{1}{2} b \, tang \tfrac{1}{2} c)^2 \sin 2A + + \tfrac{1}{3} (cotang \tfrac{1}{2} b \, tang \tfrac{1}{2} c)^3 \sin 3A + \ldots$$

$$90^\circ - \tfrac{1}{2}(B + C + A) = - (tang \tfrac{1}{2} b \, tang \tfrac{1}{2} c) \sin A + \tfrac{1}{2} (tang \tfrac{1}{2} b \, tang \tfrac{1}{2} c)^2 \sin 2A - - \tfrac{1}{3} (tang \tfrac{1}{2} b \, tang \tfrac{1}{2} c)^3 \sin 3A + \ldots$$

$$tang \tfrac{1}{2}(a - b) = tang \tfrac{1}{2} c \frac{\sin \tfrac{1}{2}(A - B)}{\sin \tfrac{1}{2}(A + B)}.$$

4) Wenn c nahe 180° ist:

$$90^\circ - \tfrac{1}{2}(B - C - A) = - (tang \tfrac{1}{2} b \, cotang \tfrac{1}{2} c) \sin A - \tfrac{1}{2} (tang \tfrac{1}{2} b \, cotang \tfrac{1}{2} c)^2 \sin 2A - - \tfrac{1}{3} (tang \tfrac{1}{2} b \, cotang \tfrac{1}{2} c)^3 \sin 3A - \ldots$$

$$90^\circ - \tfrac{1}{2}(B + C - A) = + (cotang \tfrac{1}{2} b \, cotang \tfrac{1}{2} c) \sin A - \tfrac{1}{2} (cotang \tfrac{1}{2} b \, cotang \tfrac{1}{2} c)^2 \sin 2A + + \tfrac{1}{3} (cotang \tfrac{1}{2} b \, cotang \tfrac{1}{2} c)^3 \sin 3A - \ldots$$

$$cotang \tfrac{1}{2}(a + b) = cotang \tfrac{1}{2} c \frac{\cos \tfrac{1}{2}(A + B)}{\cos \tfrac{1}{2}(A - B)}.$$

Setzt man

$$cotang \tfrac{1}{2} B^n - tang \tfrac{1}{2} B^n = \Phi_n \qquad cotang \tfrac{1}{2} b^n - tang \tfrac{1}{2} b^n = \varphi_n$$
$$cotang \tfrac{1}{2} B^n + tang \tfrac{1}{2} B^n = \Psi_n \qquad cotang \tfrac{1}{2} b^n + tang \tfrac{1}{2} b^n = \psi_n$$

so kann man auch schreiben:

1a) C nahe 0°:

$$b - a = - \Phi_1 \, tang \tfrac{1}{2} C \sin a + \tfrac{1}{2} \Psi_2 \, tang \tfrac{1}{2} C^2 \sin 2a - \tfrac{1}{3} \Phi_3 \, tang \tfrac{1}{2} C^3 \sin 3a - \ldots$$
$$c = + \Psi_1 \, tang \tfrac{1}{2} C \sin a - \tfrac{1}{2} \Phi_2 \, tang \tfrac{1}{2} C^2 \sin 2a + \tfrac{1}{3} \Psi_3 \, tang \tfrac{1}{2} C^3 \sin 3a - \ldots$$

2a) C nahe 180°:

$$b + a = - \Phi_1 \, cotang \tfrac{1}{2} C \sin a - \tfrac{1}{2} \Psi_2 \, cotang \tfrac{1}{2} C^2 \sin 2a - \tfrac{1}{3} \Phi_3 \, cotang \tfrac{1}{2} C^3 \sin 3a - \ldots$$
$$c = - \Psi_1 \, cotang \tfrac{1}{2} C \sin a - \tfrac{1}{2} \Phi_2 \, cotang \tfrac{1}{2} C^2 \sin 2a - \tfrac{1}{3} \Psi_3 \, cotang \tfrac{1}{2} C^3 \sin 3a - \ldots$$

3a) c nahe 0°:

$$180^\circ - (B + A) = + \varphi_1 \, tang \tfrac{1}{2} c \sin A + \tfrac{1}{2} \psi_2 \, taug \tfrac{1}{2} c^2 \sin 2A + \tfrac{1}{3} \varphi_3 \, tang \tfrac{1}{2} c^3 \sin 3A - \ldots$$
$$C = + \psi_1 \, tang \tfrac{1}{2} c \sin A + \tfrac{1}{2} \varphi_2 \, tang \tfrac{1}{2} c^2 \sin 2A + \tfrac{1}{3} \psi_3 \, tang \tfrac{1}{2} c^3 \sin 3A - \ldots$$

4a) c nahe 180°:

$$180^\circ - (B - A) = + \varphi_1 \, cotang \tfrac{1}{2} c \sin A - \tfrac{1}{2} \psi_2 \, cotang \tfrac{1}{2} c^2 \sin 2A + + \tfrac{1}{3} \varphi_3 \, cotang \tfrac{1}{2} c^3 \sin 3A - \ldots$$
$$C = - \psi_1 \, cotang \tfrac{1}{2} c \sin A + \tfrac{1}{2} \varphi_2 \, cotang \tfrac{1}{2} c^2 \sin 2A - \tfrac{1}{3} \psi_3 \, cotang \tfrac{1}{2} c^3 \sin 3A - \ldots$$

Dabei ist, wie man leicht sieht:

$$\Psi_n + \binom{n}{1} \Psi_{n-2} + \binom{n}{2} \Psi_{n-4} + \binom{n}{3} \Psi_{n-6} + \ldots\ldots = \frac{2^n}{\sin B^n}$$
$$\Phi_n = \Phi_1 (\Psi_{n-1} + \Psi_{n-3} + \Psi_{n-5} + \ldots)$$

Das letzte Glied der ersten Reihe ist $\binom{n}{\tfrac{1}{2} n} \Psi_0$ oder $\binom{n}{\tfrac{1}{2}(n-1)} \Psi_1$ das letzte Glied der zweiten Reihe Ψ_1 oder Ψ_0 jenachdem n gerade oder ungerade ist, wobei aber Ψ_0 an Stelle der Einheit gesetzt ist. Da dem zu Folge

$$\Psi_0 = 1$$
$$\Psi_1 = 2 \, cosec \, B; \qquad \Phi_1 = 2 \, cotang \, B$$

ist, so können alle Ψ und Φ nacheinander berechnet werden. Es ist z. B.:

$$\Psi_2 = 2 (1 + 2 \, cotang \, B^2) \qquad \Phi_2 = 4 \, cotang \, B \, cosec \, B$$
$$\Psi_3 = 2 \, cosec \, B (1 + 4 \, cotang \, B^2); \quad \Phi_3 = 2 \, cotang \, B (3 + 4 \, cotang \, B^2) \text{ u. s. w.}$$

Diese Ausdrücke geben unmittelbar die Formeln für den vorliegenden Fall, und man erhält[1]):

Für die Ekliptik: $cotang\,\frac{1}{2}\,i_0\,tang\,\frac{1}{2}\,\pi = \gamma; \quad -tang\,\frac{1}{2}\,i_0\,tang\,\frac{1}{2}\,\pi = \tau$

$$C = \gamma\,sin\,(\Pi - \Omega_0) + \tfrac{1}{2}\gamma^2\,sin\,2\,(\Pi - \Omega_0) + \tfrac{1}{3}\gamma^3\,sin\,3\,(\Pi - \Omega_0) + \ldots$$
$$T = \tau\,sin\,(\Pi - \Omega_0) + \tfrac{1}{2}\tau^2\,sin\,2\,(\Pi - \Omega_0) + \tfrac{1}{3}\tau^3\,sin\,3\,(\Pi - \Omega_0) + \ldots$$
$$\Omega = \Omega_0 + l - (C + T); \quad \omega = \omega_0 + (C - T) \tag{C}$$
$$tang\,\tfrac{1}{2}\,(i - i_0) = -\frac{cos\,[\Pi - \Omega_0 + \frac{1}{2}\,(C + T)]}{cos\,\frac{1}{2}\,(C + T)}\,tang\,\tfrac{1}{2}\,\pi.$$

Für den Aequator: $cotang\,\frac{1}{2}\,i_0'\,tang\,\frac{1}{2}\,n = \gamma'; \quad -tang\,\frac{1}{2}\,i_0'\,tang\,\frac{1}{2}\,n = \tau'$

$$C' = \gamma'\,sin\,(P - \Omega_0) + \tfrac{1}{2}\gamma'^2\,sin\,2\,(P - \Omega_0) + \tfrac{1}{3}\gamma'^3\,sin\,3\,(P - \Omega_0) + \ldots$$
$$T' = \tau'\,sin\,(P - \Omega_0) + \tfrac{1}{2}\tau'^2\,sin\,2\,(P - \Omega_0) + \tfrac{1}{3}\tau'^3\,sin\,3\,(P - \Omega_0) + \ldots$$
$$\Omega' = \Omega_0' + m - (C' + T'); \quad \omega' = \omega_0' + (C' - T') \tag{D}$$
$$tang\,\tfrac{1}{2}\,(i' - i_0') = -\frac{cos\,[P - \Omega_0' + \frac{1}{2}\,(C' + T')]}{cos\,\frac{1}{2}\,(C' + T')}\,tang\,\tfrac{1}{2}\,n$$

Für die Bestimmung des Einflusses der Präcession auf die Sternörter, sei S (Fig. 276) ein Stern, P_0 der Pol der Ekliptik für die Zeit T_0, P_1 der Pol für die Zeit T, so steht der grösste Kreis $P_0\,P_1$ senkrecht auf den beiden grössten Kreisen EP_1 und EP_0; man hat daher in dem Dreiecke SP_0P_1:

Gegeben: $SP_0 = 90° - \beta_0; \quad P_0P_1 = \pi; \quad \sphericalangle SP_0P_1 = 90° - (\Pi - \lambda_0)$
zu suchen: $\sphericalangle P_0P_1S = 90° + (\Pi + l - \lambda); \quad P_1S = 90° - \beta,$

und es ist:

$$\begin{aligned} sin\,\beta &= sin\,\beta_0\,cos\,\pi + cos\,\beta_0\,sin\,\pi\,sin\,(\Pi - \lambda_0) \\ cos\,\beta\,cos\,(\Pi + l - \lambda) &= cos\,\beta_0\,cos\,(\Pi - \lambda_0) \\ cos\,\beta\,sin\,(\Pi + l - \lambda) &= -sin\,\beta_0\,sin\,\pi + cos\,\beta_0\,cos\,\pi\,sin\,(\Pi - \lambda_0) \end{aligned} \tag{13}$$

Die Ausdrücke für den Aequator gehen hieraus unmittelbar hervor, wenn man an Stelle von β_0, λ_0, β, λ, π, Π, l, setzt: δ_0, α_0, δ, α, n, P, m.

Multiplicirt man die zweite Gleichung mit $cos\,(\Pi - \lambda_0)$, die dritte mit $sin\,(\Pi - \lambda_0)$ und addirt, dann mit $-sin\,(\Pi - \lambda_0)$, $+cos\,(\Pi - \lambda_0)$ und addirt, so folgt:

$$cos\,\beta\,cos\,(\lambda_0 - \lambda + l) = cos\,\beta_0 - cos\,\beta_0\,sin^2\,(\Pi - \lambda_0)(1 - cos\,\pi) - sin\,\beta_0\,sin\,\pi\,sin\,(\Pi - \lambda_0)$$
$$cos\,\beta\,sin\,(\lambda_0 - \lambda + l) = -cos\,\beta_0\,sin(\Pi - \lambda_0)\,cos(\Pi - \lambda_0)(1 - cos\,\pi) - sin\,\beta_0\,sin\,\pi\,cos(\Pi - \lambda_0)$$
$$tang\,(\lambda - \lambda_0 - l) = \frac{+\,cos\,(\Pi - \lambda_0)\,sin\,\pi\,[tang\,\frac{1}{2}\,\pi\,sin\,(\Pi - \lambda_0) + tang\,\beta_0]}{1 - sin(\Pi - \lambda_0)\,sin\,\pi\,[tang\,\frac{1}{2}\,\pi\,sin\,(\Pi - \lambda_0) + tang\,\beta_0]}.$$

Für die Bestimmung der Aenderung der Breite hat man am bequemsten nach den Neper'schen Analogien:

$$tang\,\tfrac{1}{2}\,(\beta - \beta_0) = tang\,\tfrac{1}{2}\,\pi\,\frac{sin\,[\Pi + \frac{1}{2}\,(l - \lambda - \lambda_0)]}{cos\,\frac{1}{2}\,(l - \lambda + \lambda_0)}.$$

Es folgt daher für die Ekliptik:

$$q = sin\,\pi\,[tang\,\tfrac{1}{2}\,\pi\,sin(\Pi - \lambda_0) + tang\,\beta_0];$$
$$tang\,L = \frac{q\,cos(\Pi - \lambda_0)}{1 - q\,sin(\Pi - \lambda_0)}; \quad \lambda = \lambda_0 + l + L \tag{E}$$
$$tang\,\tfrac{1}{2}\,(\beta - \beta_0) = \frac{sin\,(\Pi - \lambda_0 - \frac{1}{2}\,L)}{cos\,\frac{1}{2}\,L}\,tang\,\tfrac{1}{2}\,\pi$$

---

[1]) Man kann auch auf dieselbe Weise, wie schon mehrfach ausgeführt, die Ausdrücke für $\Omega - \Omega_0$, $\omega - \omega_0$, $i - i_0$ in nach der Zeit fortschreitenden Reihen entwickeln, worüber man in v. Oppolzer's »Lehrbuch zur Bahnbestimmung«, l. c. pag. 210 ff. nachsehen kann.

für den Aequator:

$$q' = \sin n\left[\tan\tfrac{1}{2} n \sin(P - \alpha_0) + \tan\delta_0\right];$$

$$\tan L' = \frac{q' \cos(P - \alpha_0)}{1 - q' \sin(P - \alpha_0)}; \quad \alpha = \alpha_0 + m + L' \qquad \text{(F)}$$

$$\tan\tfrac{1}{2}(\delta - \delta_0) = \frac{\sin(P - \alpha_0 \quad \tfrac{1}{2} L')}{\cos\tfrac{1}{2} L'} \tan\tfrac{1}{2} n.$$

Hat das Gestirn eine merkliche Eigenbewegung, so wird man auf diese Rücksicht nehmen müssen. Man hat dann zu beachten, dass in der Zwischenzeit sich die Position des Gestirnes geändert hat, und im Dreiecke $P_0 P_1 S$ hat man für S denjenigen Ort des Sternes anzunehmen, den derselbe nach der Zeit t einnimmt; die Coordinaten von S sind daher $\lambda_0 + \varkappa t$, $\lambda_0' + \varkappa' t$ bezw. $\alpha_0 + \mu t$, $\delta_0 + \mu' t$, wenn $\varkappa$, $\varkappa'$ die Eigenbewegungen in Länge und Breite, μ, μ' die Eigenbewegungen in Rectascension und Deklination sind. Diese Ausdrücke sind jedoch nicht ganz strenge, wenn man die Positionen auf sehr entfernte Zeiträume zu übertragen hat. Sind die Eigenbewegungen μ, μ', wie dieses zumeist der Fall ist, aus Beobachtungen der letzten 150 Jahre abgeleitet, so gilt dieselbe nur für die zunächst gelegenen Zeiträume in dieser Bedeutung. Die Eigenbewegung findet nämlich der Hauptsache nach im grössten Kreise statt, und man hat daher zunächst aus den Werthen von μ, μ' die Eigenbewegung im grössten Kreise abzuleiten. Der Endpunkt des grössten Kreises giebt den Ort des Sternes und die Aenderung des Ortes in Rectascension und Deklination folgt dann aus dem Dreiecke, welches von dem Ursprungs-, dem Endorte und dem Pole des Aequators bestimmt ist. Die strengen Formeln werden dann[1]):

in Rectascension: $\mu t + \mu\mu' \tan\delta\, t^2$

in Deklination: $\mu' t - \frac{1}{4}\mu^2 \sin 2\delta\, t^2$.

Dem Wesen nach kommt dieses allerdings auf eine Extrapolation einer aus etwa 150jährigen Beobachtungen bestimmten Eigenbewegung auf entferntere Zeiträume hinaus, wo der mögliche Fehler in Folge der Unsicherheit der Grösse der Eigenbewegung und der Lage des grössten Kreises desselben immerhin nicht unbeträchtlich sein mag. Bei sehr polnahen Sternen, mit grosser und genügend sicher bestimmter Eigenbewegung wird die Mitnahme des Zusatzgliedes wenigstens in Rectascension jedenfalls nothwendig.

Die strengen Formeln (E, F) wird man nur bei der Uebertragung auf sehr entfernte Epochen verwenden. Im Allgemeinen wird eine Reihenentwickelung, deren erste Glieder man berücksichtigen wird, ausreichen. Da man diese Uebertragung fast ausschliesslich in den äquatorealen Coordinaten vornimmt, so sollen die Resultate dieser Reihenentwickelungen, welche in der mehrfach erwähnten Weise ausgeführt werden, für den Aequator angeschrieben werden, wobei nur die von der ersten und zweiten Potenz von t abhängigen Glieder beibehalten werden sollen. Man nennt die Coëfficienten A_1, D_1 von $T - T_0$ die *Praecession* schlechtweg und die Werthe $200 A_2$, $200 D_2$ die *Variatio saecularis*; diese giebt die Aenderung von A_1, D_1 in hundert Jahren. Es ist:

$$A_1 = m_1 + n_1 \sin\alpha \tan\delta + \{\mu\}$$

$$A_2 = m_2 + \tfrac{1}{4} n_1^2 \sin 2\alpha + \tan\delta\,[n_2 \sin\alpha + p_1 n_1 \cos\alpha] + \tan^2\delta\,(\tfrac{1}{2} n_1^2 \sin 2\alpha)$$
$$+ \{\mu' n_1 \sin\alpha + \tan\delta\,[\mu n_1 \cos\alpha + \mu\mu'] + \tan^2\delta\, \mu' n_1 \sin\alpha\}$$

$$D_1 = n_1 \cos\alpha + \{\mu'\}$$

$$D_2 = n_2 \cos\alpha - n_1 p_1 \sin\alpha - \tfrac{1}{2} n_1^2 \sin^2\alpha \tan\delta$$
$$- \{\mu n_1 \sin\alpha + \tfrac{1}{4}\mu^2 \sin 2\delta\},$$

[1]) Siehe v. OPPOLZER, l. c., pag. 218.

wobei die in { } eingeschlossenen Glieder die von der Eigenbewegung abhängigen Glieder sind, und

$$m_1 = +46''\cdot 0593 + 0''\cdot 0002839\,(T_0 - 1850) \qquad m_2 = +0''\cdot 00014195$$
$$n_1 = +20\cdot 0515 \;\; - 0\cdot 0000867 \;\; (T_0 - 1850) \qquad n_2 = -0\cdot 00004334$$
$$p_1 = +23\cdot 030$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha_0 + A_1(T - T_0) + A_2(T - T_0)^2 \\ \delta &= \delta_0 + D_1(T - T_0) + D_2(T - T_0)^2 \end{aligned} \tag{G}$$

$$\frac{d\alpha}{dt} = A_1 + 200\,A_2\left(\frac{T - T_0}{100}\right); \qquad \frac{d\delta}{dt} = D_1 + 200\,D_2\left(\frac{T - T_0}{100}\right).$$

In der Praxis wird man das Verfahren wesentlich abkürzen können, wenn man einen genäherten Werth der Präcession für die Mitte des Intervalles, also für die Zeit $\frac{1}{2}(T + T_0)$ kennt. Ist ein solcher nicht vorhanden, so wird man einen solchen leicht erhalten, wenn man durch eine vorläufige erste Rechnung den genäherten Betrag der Präcession für das halbe Zeitintervall: $\frac{1}{2}(T - T_0)$ ermittelt, und an die Position des Sternes für die Epoche T_0 anbringt. Hat man so die Coordinaten α_m, δ_m für die Mitte der Zeit, und berechnet man die Präcessionsconstanten m_1, n_1 ebenfalls für die Mitte der Zeit, so erhält man durch die Formeln:

$$\begin{aligned} \alpha &= \alpha_0 + (m_1 + n_1 \sin \alpha_m \tang \delta_m)\,(T - T_0) \\ \delta &= \delta_0 + n_1 \cos \alpha_m (T - T_0) \end{aligned} \tag{14}$$

bereits eine meist völlig ausreichende genäherte Berücksichtigung der Glieder zweiter Ordnung.

Es erübrigt noch die Bestimmung des Einflusses der Präcession auf die rechtwinkeligen Coordinaten eines Himmelskörpers. Geht man zu diesem Zwecke wieder von den Gleichungen (13) für die Ekliptik aus, indem man mit der Entfernung ρ des Himmelskörpers multiplicirt (geocentrisch oder heliocentrisch), je nachdem es sich um die Uebertragung der geocentrischen oder heliocentrischen Coordinaten handelt, und führt dann die rechtwinkeligen Coordinaten ein, so wird:

$$\begin{aligned} x \cos(\Pi + l) + y \sin(\Pi + l) &= x_0 \cos\Pi + y_0 \sin\Pi \\ x \sin(\Pi + l) - y \cos(\Pi + l) &= x_0 \sin\Pi \cos\pi - y_0 \cos\Pi \cos\pi - z_0 \sin\pi \\ z &= x_0 \sin\Pi \sin\pi - y_0 \cos\Pi \sin\pi + z_0 \cos\pi. \end{aligned}$$

Hieraus folgt leicht:

$$\begin{aligned} x &= x_0\{\cos\Pi \cos(\Pi + l) + \sin\Pi \sin(\Pi + l)\cos\pi\} + y_0\{\sin\Pi \cos(\Pi + l) - \cos\Pi \sin(\Pi + l)\cos\pi\} - \\ &\quad - z_0 \sin(\Pi + l) \sin\pi \\ y &= x_0\{\cos\Pi \sin(\Pi + l) - \sin\Pi \cos(\Pi + l)\cos\pi\} + y_0\{\sin\Pi \sin(\Pi + l) + \cos\Pi \cos(\Pi + l)\cos\pi\} + \\ &\quad + z_0 \cos(\Pi + l) \sin\pi \\ z &= x_0 \sin\Pi \sin\pi - y_0 \cos\Pi \sin\pi + z_0 \cos\pi. \end{aligned}$$

Nach einigen leichten Reductionen erhält man hier für die Coëfficienten der Ausdrücke $x - x_0$, $y - y_0$, $z - z_0$:

$$\begin{aligned} X_1 &= -2[\sin^2 \tfrac{1}{2} l + \sin\Pi \sin(\Pi + l) \sin^2 \tfrac{1}{2}\pi] & X_2 &= +\sin l + 2\sin\Pi \cos(\Pi + l) \sin^2 \tfrac{1}{2}\pi \\ Y_1 &= -\sin l + 2\cos\Pi \sin(\Pi + l) \sin^2 \tfrac{1}{2}\pi & Y_2 &= -2[\sin^2 \tfrac{1}{2} l + \cos\Pi \cos(\Pi + l) \sin^2 \tfrac{1}{2}\pi] \\ Z_1 &= -\sin(\Pi + l) \sin\pi & Z_2 &= +\cos(\Pi + l) \sin\pi \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} X_3 &= +\sin\Pi \sin\pi \\ Y_3 &= -\cos\Pi \sin\pi \\ Z_3 &= -2\sin^2 \tfrac{1}{2}\pi \end{aligned} \tag{15}$$

und hiernach

$$x = x_0 + X_1 x_0 + Y_1 y_0 + Z_1 z_0$$
$$y = y_0 + X_2 x_0 + Y_2 y_0 + Z_2 z_0$$
$$z = z_0 + X_3 x_0 + Y_3 y_0 + Z_3 z_0$$

und ganz ähnliche Ausdrücke für den Aequator, in denen Π, π, l durch P, n, m ersetzt werden.

Es gelingt auf einfache Weise, die Coëfficienten direkt als Functionen der Zeit darzustellen. Setzt man:

$$l = [\lambda_0 + \lambda_1 (T_0 - 1850)](T - T_0) + \lambda_2 (T - T_0)^2$$
$$tang\,\pi\,sin\,\Pi = [\sigma_0 + \sigma_1 (T_0 - 1850)](T - T_0) + \sigma_2 (T - T_0)^2$$
$$tang\,\pi\,cos\,\Pi = [\gamma_0 + \gamma_1 (T_0 - 1850)](T - T_0) + \gamma_2 (T - T_0)^2,$$

so ergiebt sich[1])

$$\begin{aligned}
X_1 &= -\tfrac{1}{2}(\lambda_0^2 + \sigma_0^2)(T - T_0)^2 \\
Y_1 &= -[\lambda_0 + \lambda_1 (T_0 - 1850)](T - T_0) - (\lambda_2 - \tfrac{1}{2}\sigma_0 \gamma_0)(T - T_0)^2 \\
Z_1 &= -[\sigma_0 + \sigma_1 (T_0 - 1850)](T - T_0) - (\sigma_2 + \lambda_0 \gamma_0)(T - T_0)^2 \\
X_2 &= +[\lambda_0 + \lambda_1 (T_0 - 1850)](T - T_0) + (\lambda_2 + \tfrac{1}{2}\sigma_0 \gamma_0)(T - T_0)^2 \\
Y_2 &= -\tfrac{1}{2}(\lambda_0^2 + \gamma_0^2)(T - T_0)^2 \\
Z_2 &= +[\gamma_0 + \gamma_1 (T_0 - 1850)](T - T_0) + (\gamma_2 - \lambda_0 \sigma_0)(T - T_0)^2 \\
X_3 &= +[\sigma_0 + \sigma_1 (T_0 - 1850)](T - T_0) + \sigma_2 (T - T_0)^2 \\
Y_3 &= -[\gamma_0 + \gamma_1 (T_0 - 1850)](T - T_0) - \gamma_2 (T - T_0)^2 \\
Z_3 &= -\tfrac{1}{2}(\sigma_0^2 + \gamma_0^2)(T - T_0)^2.
\end{aligned} \tag{15a}$$

Für den Aequator wird es bequemer, da P nahe 90° ist, direkt diesen Werth einzuführen; wenn:

$$m = [\mu_0 + \mu_1 (T_0 - 1850)](T - T_0) + \mu_2 (T - T_0)^2$$
$$n = [\nu_0 + \nu_1 (T_0 - 1850)](T - T_0) + \nu_2 (T - T_0)^2$$
$$P = 90° - \tfrac{1}{2}\mu_0 (T - T_0)$$

ist, wobei der Coëfficient von $(T - T_0)$ in dem Ausdrucke für P ausreichend genau $\frac{1}{2}\mu_0$ gesetzt wird, so ist (bis einschliesslich der Grössen zweiter Ordnung)

$$\begin{aligned}
&X_1' = -\tfrac{1}{2}(\mu_0^2 + \nu_0^2)(T - T_0)^2 \\
&Y_1' = -m; \quad Z_1' = -n; \qquad X_2' = +m; \quad X_3' = +n \\
&Y_2' = -\tfrac{1}{2}\mu_0^2 (T - T_0)^2 \qquad Y_3' = -\tfrac{1}{2}\mu_0 \nu_0 (T - T_0)^2 \\
&Z_2' = -\tfrac{1}{2}\mu_0 \nu_0 (T - T_0)^2 \qquad Z_3' = -\tfrac{1}{2}\nu_0^2 (T - T_0)^2.
\end{aligned} \tag{16}$$

Um diese Werthe für die Rechnung numerisch zu verwenden, müssen sie mit *arc* 1″ multiplicirt werden. Drückt man die sämmtlichen Coëfficienten in Einheiten der siebenten Decimale aus, so hat man noch mit 10^7 zu multipliciren, und dann wird

für die Ekliptik:

$$\begin{aligned}
X_1 &= -0{\cdot}2966 (T - T_0)^2 \\
Y_1 &= -[2435{\cdot}4 + 0{\cdot}0109 (T_0 - 1850)](T - T_0) - 0{\cdot}0055 (T - T_0)^2 \\
Z_1 &= -[2{\cdot}8 - 0{\cdot}0037 (T_0 - 1850)](T - T_0) + 0{\cdot}0047 (T - T_0)^2 \\
X_2 &= +[2435{\cdot}4 + 0{\cdot}0109 (T_0 - 1850)](T - T_0) + 0{\cdot}0055 (T - T_0)^2 \\
Y_2 &= -0{\cdot}2966 (T - T_0)^2 \\
Z_2 &= -[23{\cdot}1 + 0{\cdot}0001 (T_0 - 1850)](T - T_0) - 0{\cdot}0004 (T - T_0)^2 \\
X_3 &= +[2{\cdot}8 - 0{\cdot}0037 (T_0 - 1850)](T - T_0) + 0{\cdot}0010 (T - T_0)^2 \\
Y_3 &= +[23{\cdot}1 + 0{\cdot}0001 (T_0 - 1850)](T - T_0) - 0{\cdot}0003 (T - T_0)^2 \\
Z_3 &= 0
\end{aligned}$$

$$x = x_0 + X_1 x_0 + Y_1 y_0 + Z_1 z_0$$
$$y = y_0 + X_2 x_0 + Y_2 y_0 + Z_2 z_0$$
$$z = z_0 + X_3 x_0 + Y_3 y_0 + Z_3 z_0$$

---

[1]) Die Ausdrücke für $tang\,\pi\,sin\,\Pi$ und $tang\,\pi\,cos\,\Pi$ lassen sich leicht aus den früher gegebenen für π, Π ableiten, wurden aber dort Kürze halber weggelassen.

für den Aequator:

$$X_1' = -0{\cdot}2966\,(T - T_0)^2$$
$$Y_1' = -[2233{\cdot}0 + 0{\cdot}0138\,(T_0 - 1850)]\,(T - T_0) - 0{\cdot}0069\,(T - T_0)^2$$
$$Z_1' = -[972{\cdot}1 - 0{\cdot}0042\,(T_0 - 1850)]\,(T - T_0) + 0{\cdot}0021\,(T - T_0)^2$$
$$X_2' = +[2233{\cdot}0 + 0{\cdot}0138\,(T_0 - 1850)]\,(T - T_0) + 0{\cdot}0069\,(T - T_0)^2$$
$$Y_2' = -0{\cdot}2493\,(T - T_0)^2$$
$$Z_2' = -0{\cdot}1085\,(T - T_0)^2$$
$$X_3' = +[972{\cdot}1 - 0{\cdot}0042\,(T_0 - 1850)]\,(T - T_0) - 0{\cdot}0021\,(T - T_0)^2$$
$$Y_3' = -0{\cdot}1085\,(T - T_0)^2$$
$$Z_3' = -0{\cdot}0473\,(T - T_0)^2$$

$$x' = x_0' + X_1'x_0' + Y_1'y_0' + Z_1'z_0'$$
$$y' = y_0' + X_2'x_0' + Y_2'y_0' + Z_2'z_0'$$
$$z' = z_0' + X_3'x_0' + Y_3'y_0' + Z_3'z_0'.$$

Würden alle theoretischen Fundamente (Verhältniss der Hauptträgheitsaxen der Erde, Verhältniss der Sonnen- und Mondattraction, der Planetenmassen, u. s. w.), gegeben sein, so würde man den Werth der allgemeinen Präcession durch Rechnung bestimmen können. Dieses ist aber nicht der Fall; im Gegentheil ist man darauf angewiesen, einzelne dieser Rechnungsdaten aus beobachteten Grössen zu bestimmen, und man ist daher genöthigt, den Werth der allgemeinen Präcession aus Beobachtungen zu ermitteln.

Beobachtet man die Rectascensionen und Deklinationen von einer grossen Anzahl von Sternen zu verschiedenen Zeiten, so werden dieselben zunächst um den Betrag der Präcession von einander verschieden sein. Einem gewissen angenommenen Werthe von l, der l_0 sei, entsprechen gewisse Werthe von m und n, welche mit m_0 und n_0 bezeichnet werden mögen. Reducirt man die Sterne mehrerer Kataloge mit diesen Constanten auf eine gemeinschaftliche Epoche, so werden noch Unterschiede übrig bleiben, die theils in Fehlern der Rectascensionen und Deklinationen selbst, theils in Fehlern der angenommenen Constanten ihre Ursache haben. Seien α_1, δ_1 die Coordinaten eines Sternes, α_1', δ_1' die auf eine zweite sonst beliebige Epoche, welche man zweckmässig in der Mitte der sämmtlichen Katalogepochen annimmt, mit den angenommenen Werthen m_0, n_0 reducirten Coordinaten, α_0, δ_0 angenäherte Coordinaten, für die angenommene Epoche, wie man sich sie durch eine vorläufige Vergleichung aller verwendeten Kataloge verschaffen kann, so werden

$$\begin{aligned} \alpha_0 - \alpha_1' &= \Delta\alpha + (\Delta m + \Delta n \sin\alpha \tang\delta)\,t \\ \delta_0 - \delta_0' &= \Delta\delta + \Delta n \cos\alpha\, t \end{aligned} \tag{17}$$

sein. In $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ sind Correctionen der Katalogpositionen enthalten. Sind diese durch zahlreiche Beobachtungen möglichst gut und sicher bestimmt, so kann man für diese Fehler, als Fehler des Mittels der Beobachtungen, nur mässige Werthe zulassen, und man wird annehmen können, dass die noch auftretenden grösseren Fehler in gewissen nicht constatirbaren systematisch wirkenden Ursachen ihren Grund haben[2]), welche bei ihnen einen gesetzmässigen Verlauf erzeugen. Bestimmt man daher die Werthe von Δm und Δn ohne Rücksicht auf solche Correctionen, und rechnet dann mit den resultirenden Werthen von m und n die Uebertragungen der Sternpositionen auf die angenommene mittlere Epoche, so bleiben noch Fehler $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ übrig. Zeigen dieselben nun eine gewisse Gesetzmässigkeit, so werden dieselben als systematische Fehler der Katalogpositionen

[2]) Vergl. den Artikel »Methode der kleinsten Quadrate.«

aufzufassen sein und in Ermangelung der Kentniss der wahren Ursache, entsprechend ausgeglichen als »empirische Katalogcorrectionen« oder »Reductionen der Katalogpositionen auf ein mittleres System« angesehen werden können.

Eine solche Gesetzmässigkeit wird jedoch nur im Grossen und Ganzen hervortreten, während die einzelnen Sterne noch bedeutendere Abweichungen zu beiden Seiten dieser »Reductionen auf das mittlere System« zeigen werden. Diese rühren dann von thatsächlichen Eigenbewegungen der Sterne her. Diese lassen sich unmittelbar in den Formeln (11) berücksichtigen. Da dieselben nämlich der Zeit proportional stattfinden, so hat man:

$$\begin{aligned} \alpha_0 - \alpha_1' &= \Delta\alpha + \mu t + (\Delta m + \Delta n \sin\alpha \tang\delta)\, t \\ \delta_0 - \delta_1' &= \Delta\delta + \mu' t + \Delta n \cos\alpha t \end{aligned} \quad (17a)$$

Die Bewegungen der Sterne werden natürlich, absolut genommen, nach allen Richtungen des Raumes gleichmässig vertheilt auftreten; sie werden jedoch scheinbar eine Gesetzmässigkeit zeigen, wenn das Sonnensystem selbst nicht ruhend ist: sie werden sich von dem Apex der Sonnenbewegung zu entfernen, dem Antiapex derselben zu nähern scheinen. Man kann ein Zusatzglied, welches auf die Richtung der Bewegung des Sonnensystemes Rücksicht nimmt, bei (17a) noch hinzufügen[1]) und dann sowohl Δm, Δn, als auch die Constanten der Sonnenbewegung: Rectascension und Deklination des Apex und Geschwindigkeit der Bewegung, und auch für jeden Stern insbesondere dessen Eigenbewegung μ, μ' bestimmen. Hierdurch wächst aber die Zahl der Unbekannten und damit die Arbeit in dem Maasse, als man mehr Sterne für die Bestimmung heranzieht. Aus einer grossen Anzahl von Sternen, welche über die ganze Himmelskugel vertheilt sind (wobei also nicht die Sterne einer Halbkugel überwiegen dürfen), werden sich in den Normalgleichungen für Δm und Δn die Eigenbewegungen der einzelnen Sterne in ihrer Gesammtheit wegheben, weshalb man bei einer Untersuchung über die Präcessionsconstante und die Eigenbewegung des Sonnensystemes auf die absoluten Eigenbewegungen der Fixsterne nicht weiter Rücksicht zu nehmen braucht. In diesen Normalgleichungen werden übrigens auch die Coëfficienten der die Sonnenbewegung bestimmenden Constanten wegfallen, da dieselben unter der Voraussetzung einer gleichmässigen Vertheilung der Sterne über die ganze Himmelskugel mit positiven und negativen Zeichen gleich oft und in gleicher Grösse auftreten, und man wird daher auch von diesen absehen können. Beeinflusst aber werden die Resultate, wenn die Vertheilung der Sterne keine ganz gleichmässige ist.

Hat man daher durch eine erste Bestimmung von Δm, Δn, Reductionen der Kataloge auf ein gemeinschaftliches System abgeleitet, bringt diese Correctionen an die Sternpositionen an, und berechnet dann neuerdings Δm und Δn aus den sämmtlichen Sternen aller Sternverzeichnisse, so erhält man in den Werthen

$$m = m_0 + \Delta m, \qquad n = n_0 + \Delta n$$

definitive Werthe der Präcessionsconstanten m und n. Der Hauptsache nach ist nun (vergl. die Formeln (12) und (12a), $m = n \cotang \varepsilon_1$. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so ist, wenn man durch eine hinreichend grosse Anzahl von Sternen die Correctionen für Δm, Δn hinreichend sicher halten kann, nur an einen anderweitigen Mangel zu denken. Die BESSEL'sche Bestimmung der allgemeinen Präcession durch Vergleich der beiden Kataloge von BRADLEY und PIAZZI, die erste klassische Untersuchung dieser Art, lieferte thatsächlich zwei verschiedene

[1]) Vergl. den Artikel »Sonnensystem«.

Werthe von l, je nachdem derselbe aus dem erhaltenen Werthe von m oder von n abgeleitet wurde, und um eine Uebereinstimmung in den beiden Werthen zu erzielen, wäre eine Vergrösserung der zu Grunde gelegten BURCKHARD'schen Venusmasse $\left(\frac{1}{356632}\right)$ in dem Verhältnisse 1·087 : 1 erforderlich gewesen. Thatsächlich aber hatte schon BESSEL durch anderweitige Untersuchungen gefunden, dass dieser Werth der Venusmasse eher zu gross, und noch zu verkleinern sei, und die späteren Untersuchungen von LE VERRIER ergaben in der That für die Venusmasse einen wesentlich kleineren Werth[1]). BESSEL hatte daher von einer Correction der Venusmasse ganz abgesehen, und das Mittel aus den beiden erhaltenen Werthen gezogen; die dabei noch übrigbleibenden Fehler, welche bei einzelnen Sternen den Betrag von 2''·7 erreichten, waren viel zu gross, um als zufällige Beobachtungsfehler aufgefasst zu werden, und konnten nur eine Folge der Eigenbewegung der Sterne sein.

Das Resultat von BESSEL wurde bereits mehrfach mitgetheilt, und bei der Ableitung der obigen Constanten verwendet.

Spätere Untersuchungen von STRUVE ergaben für den Werth der allgemeinen Präcession $l = 50''{\cdot}260$, welcher seither ziemlich allgemein angewendet wird. Allein es unterliegt heute keinem Zweifel mehr, dass dieser Werth zu gross ist, und der BESSEL'sche Werth trotz der geringeren Genauigkeit der Fundamente durch eine zufällige Compensation von störenden Einflüssen der Gesammtheit der jetzt vorliegenden Beobachtungen besser entspricht. Schon 1880 hatte OPPOLZER diesen Vorzug der BESSEL'schen Constanten, welche übrigens auch von LE VERRIER beibehalten worden war, richtig gewürdigt, und auf seine Veranlassung unternahm ich eine »Reduction des AUWERS'schen Fundamentalkataloges für die Zonenbeobachtungen auf die BESSEL'schen Präcessionsconstanten[2])«, und neuerdings hat NEWCOMB einen ähnlichen Werth der Präcessionsconstanten für die »*American Ephemeris*« in Vorschlag gebracht. Jedenfalls wird eine durchgreifende Neubestimmung dieser Constanten eine der wichtigsten Aufgaben der nächsten Zukunft sein. N. HERZ.

Prismenkreis und Sextant.

Alle genauen Winkelmessungen werden mit festen Instrumenten durch zweimalige Einstellung (Pointirung jedes der beiden Objekte) vorgenommen. Bei astronomischen Beobachtungen zur See, wo die Schwankungen des Schiffes eine feste Aufstellung überhaupt nicht zulassen, ist diese Art der Winkelmessung unmöglich, und es ist nöthig, eine Winkelmessung, wenn sie halbwegs Anspruch auf Genauigkeit erheben und nicht eine blosse Schätzung sein soll, durch eine einmalige gleichzeitige Pointirung beider Objekte vorzunehmen. Dieses ist natürlich nur möglich, wenn das eine Objekt direkt, das andere durch einen Spiegel betrachtet wird. Sind die beiden Objekte in den Richtungen OS und OS_1 (Fig. 401), so wird ein zwischen S und O gestellter Spiegel M die Lichtstrahlen von S nicht nach O, sondern von O weg dirigiren, weshalb es nöthig ist, dieselben durch einen zweiten Spiegel m nochmals zurückzuwerfen. Ein in der Richtung mO bei A angebrachtes Fernrohr erhält daher Licht von dem einen Objekte S_1 direkt, und von einem anderen S durch zwei-

---

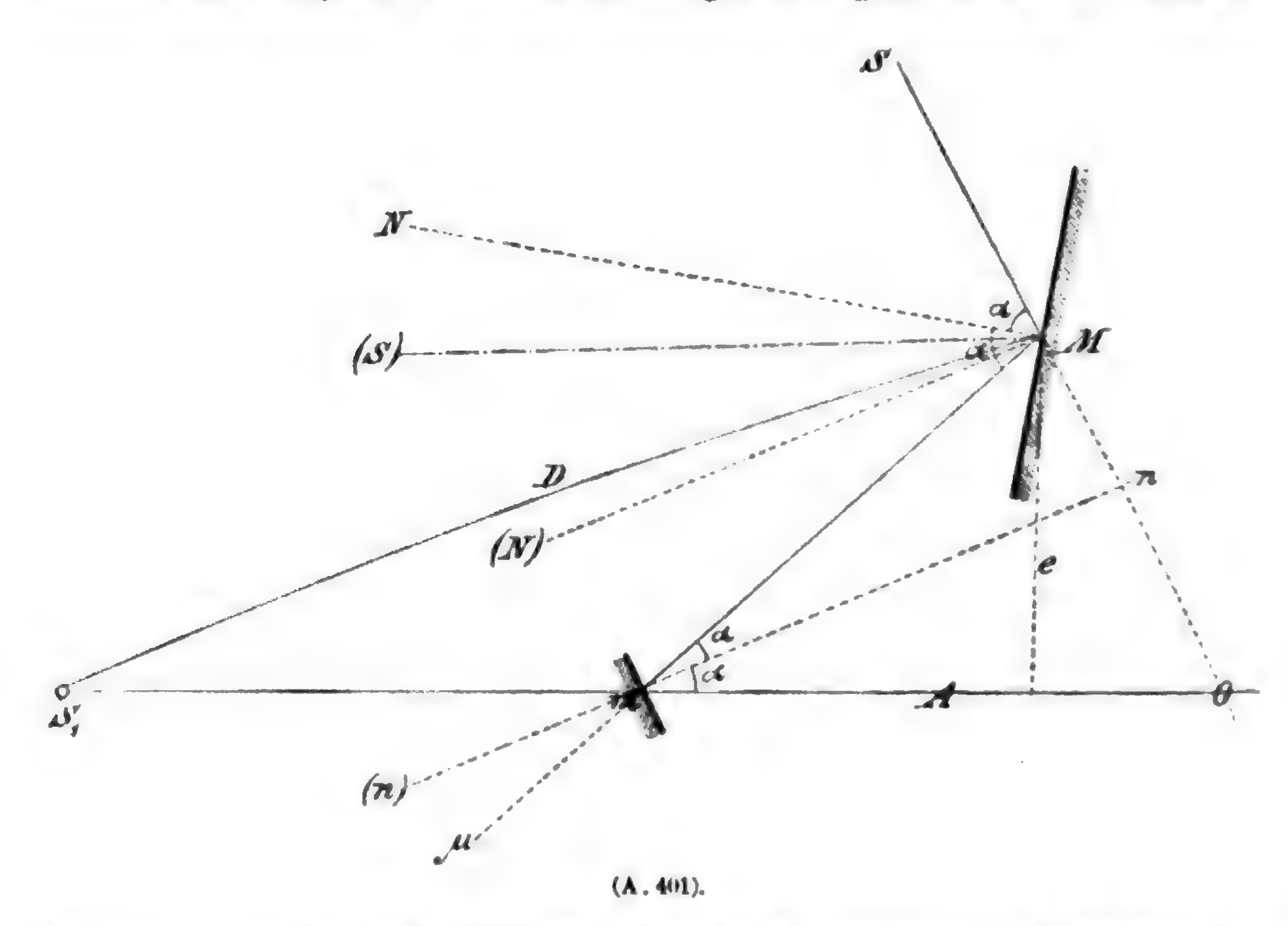
[1]) Man kann übrigens die Gleichungen (11a) auch durch Einführung der Grösse λ_1 schreiben:

$$\alpha - \alpha_0' = (\cos\varepsilon_1 + \sin\varepsilon_1 \sin\alpha \tang\delta)\,\lambda_1' t$$
$$\delta - \delta_0' = \sin\varepsilon_1 \cos\alpha_1\,\lambda_1' t.$$

und aus diesen Gleichungen direkt λ_1' bestimmen.

[2]) Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. 46.

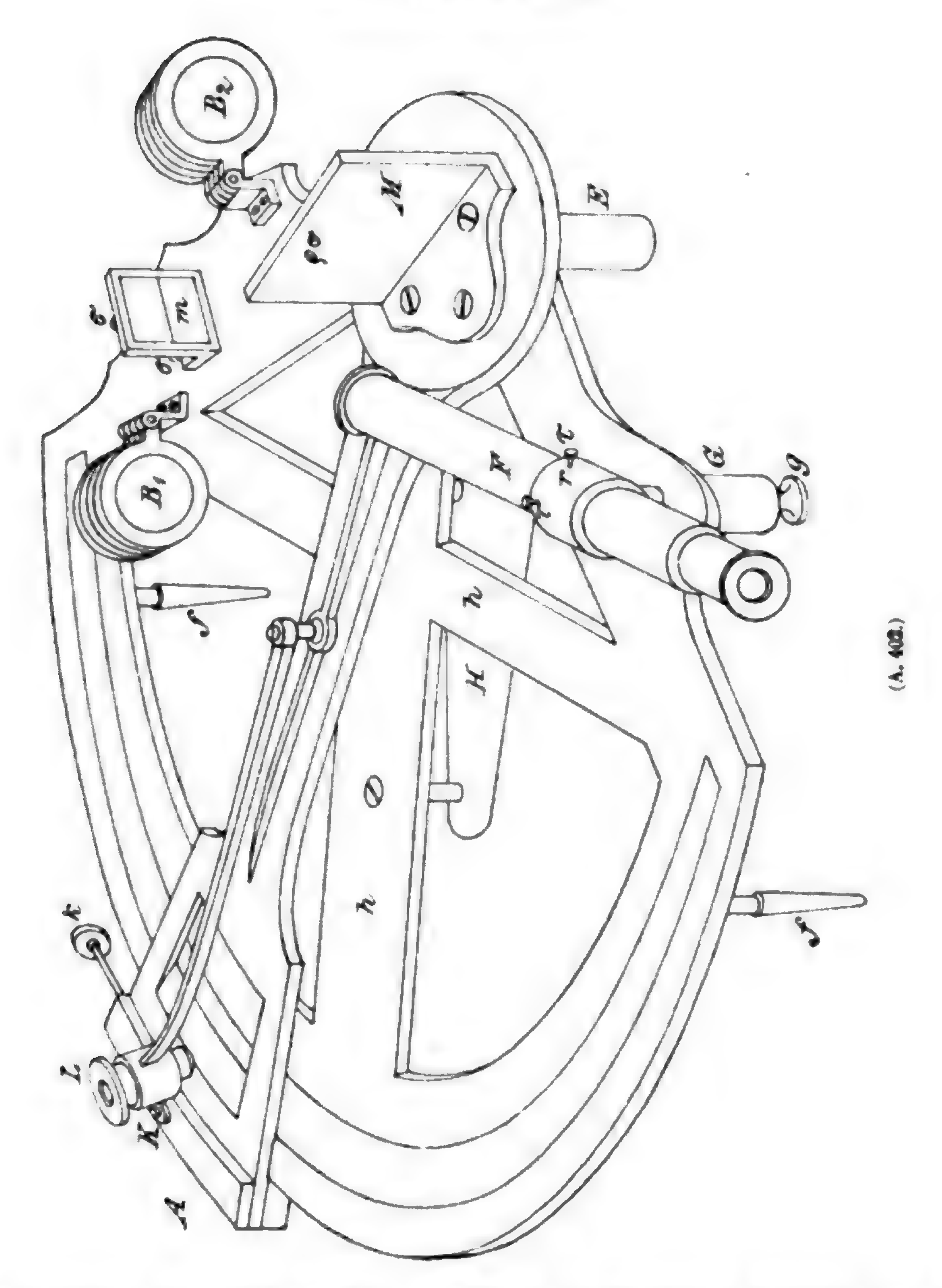
malige Reflexion, wobei der Spiegel m jedoch so gestellt sein muss, dass die Visur nach S_1 nicht gehindert ist. Der Spiegel bei m, der nur den Zweck hat, die von M nach $M\mu$ reflektirten Strahlen in die Richtung mO zu bringen, ist fest, während der Spiegel M drehbar ist, wobei für verschiedene Stellungen immer andere Objekte S in den Richtungen OS gesehen werden. Sind die



(A. 401).

Spiegelnormalen mn und $M(N)$ parallel, so sind selbstverständlich der einfallende Strahl SM und der zweimal reflektirte Strahl mO ebenfalls parallel; dreht sich die Spiegelnormale um einen Winkel φ, so wird der Winkel $mM(N)$ um φ vergrössert, und ebenso auch der Winkel $(N)MS$, daher wird der Winkel mMS um 2φ vergrössert; der Winkel, welchen die beiden Strahlen mO, d. i. S_1O und SM einschliessen, ist daher doppelt so gross, als der Winkel, den die beiden Spiegelnormalen einschliessen, wobei aber diese nach derselben Richtung (von O weg) gezogen zu denken sind, also an Stelle der Normale mn ihre Rückverlängerung $m(n)$ zu treten hat.

Dieses Princip wurde zuerst verwirklicht bei dem von Newton erfundenen aber von Hadley zuerst beschriebenen, nach diesem genannten Spiegelsextanten von welchem Fig. 402 eine schematische Darstellung giebt. Das Fernrohr F ist auf den kleinen Spiegel m gerichtet, der jedoch nur an seiner unteren Hälfte belegt ist, während die obere Hälfte durchsichtig, entweder aus unbelegtem Glase oder auch ganz frei ist. Durch den oberen Theil gelangen daher Strahlen vom Objekte S_1 direkt ins Fernrohr, aus dem unteren Theile Lichtstrahlen von dem Spiegel M; jedes Bündel giebt natürlich ein vollständiges Bild im Fernrohr, und um die gegenseitige Helligkeit der beiden Bündel zu reguliren, ruht der das Fernrohr tragende Ring r mit einem Zapfen in einer nach abwärts gehenden Büchse G, und kann in dieser mittels der Schraube g und einer Gegenfeder gehoben und gesenkt werden, wodurch die Menge des von den beiden Objekten in das Fernrohr tretenden Lichtes verändert wird. Der kleine Spiegel m ist in seiner Fassung mittels der Correctionsschrauben σ befestigt, welche einerseits



eine Correction der Neigung gegen die Ebene des Sextanten gestatten (um eine Axe parallel zur Ebene des Sextanten) und andererseits um eine auf die Sextantenebene senkrechte Axe behufs Correction des Indexfehlers (s. unten).

Die auf den Spiegel *m* gelangenden Lichtstrahlen sind die von einem entfernten Objekte *S* von dem Spiegel *M* reflektirten, welcher mitunter mittels einer Stellschraube ρ, die eine Correction der Neigung des Spiegels gestattet, verstellbar auf einer Platte aufsitzt, die durch entsprechende Zapfen in einer Büchse *E* drehbar, die verschiedene Stellung des Spiegels ermöglicht. Die Drehung geschieht mittels des Armes *A*, der durch eine bei *K* befindliche (in der Figur nicht sichtbare) Klemme fixirt, und durch eine Mikrometerschraube *k* fein verstellt werden kann. Bei der Parallelstellung der beiden Spiegel soll der Nonius dieses Armes auf Null zeigen. Eine Abweichung wird als Index- oder Collimationsfehler bezeichnet, und wird, wie oben erwähnt, durch die bezüglichen Correctionsschrauben des Spiegels *m* rectificirt. Die Ablesung geschieht durch

die Lupe L. Die Bewegung der Alhidade umfasst meist einen Sechstelkreis, daher der Name **Sextant**, oder etwas mehr, wodurch Winkel bis zu 120 oder 140° gemessen werden können. Da der Winkel zwischen zwei Objekten gleich der doppelten Drehung des Spiegels M ist, so wird jeder Grad der Verschiebung des Nonius einer Winkeländerung von 2° entsprechen, weshalb die Bezeichnung auf dem Limbus sofort verdoppelt ist, so dass die Eintheilung des Kreises z. B. von 5 zu 5′ direkt als 10′ Intervall, der fünfte Gradstrich mit 10°, der sechzigste mit 120° beziffert ist. Behufs Bestimmung des Indexfehlers aus Sonnenbeobachtungen (s. u.) sind vor dem Nullpunkte noch auf der anderen Seite einige Gradstriche, der sogenannte **Excedens** (so weit es für die Verschiebung des Nonius noch nöthig erscheinen würde) angebracht.

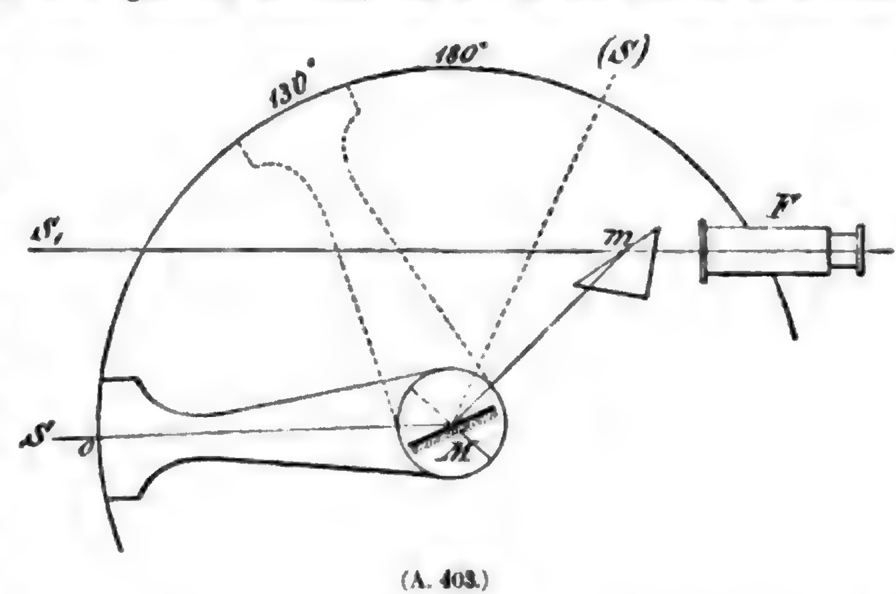
Kann man durch blosse Hebung und Senkung des Fernrohres die Lichtstärke der Bilder nicht nahe gleich machen, so werden behufs Dämpfung des direkten Bildes hintere Blenden (farbige Gläser) B_1 eingeschaltet, oder aber behufs Dämpfung des doppeltreflektirten Bildes Blenden B_2 zwischen M und m.

Die Anordnung der Theile ist so, dass der Sextant bei Höhenmessungen, für welche er, namentlich zur See, am häufigsten verwendet wird, am zweckdienlichsten ist. An den zur Versteifung dienenden Querstützen h ist eine Handhabe H befestigt[1]); man nimmt das Instrument an dieser in die rechte Hand, so dass das Fernrohr nahe horizontal ist, und visirt durch den freien Theil von m hinüber gegen den fernen Horizont, wobei dann der grosse Spiegel oben, und der Kreisbogen unten, das Fernrohr auf der Seite des Beobachters, die Instrumententheile m, B_1, B_2 auf der anderen Seite sind, daher das Instrument ziemlich aequilibrirt ist. Mit der linken Hand wird dann die Alhidade A so weit von dem Nullpunkte weg nach auswärts (von sich weg) bewegt, bis man das zweimal reflectirte Sonnenbild im Fernrohre sieht. Der Winkel α (Fig. 401), welchen die Normale mn des kleinen Spiegels mit der Fernrohraxe einschliesst, ist dabei 15 bis 17° gewählt, und dieses ist daher auch der Winkel, welchen die auf den grossen Spiegel einfallenden Strahlen $(S)M$ bei der Parallelstellung beider Spiegel mit der Spiegelnormale $M(N)$ des grossen Spiegels einschliessen. Bei wachsenden Winkeln wird dieser Einfallswinkel immer grösser; nach einer Drehung des Spiegels M um 65°, entsprechend einem Winkel von 130° zwischen den beiden Objekten wird der Einfallswinkel *cca* 82°; bei diesem schwachen Einfall erleidet sowohl die Helligkeit als die Güte des Bildes wesentliche Einbusse, weshalb man später eine andere Anordnung der Instrumententheile getroffen hat, wobei aber zur Erhöhung der Lichtstärke statt des kleinen Spiegels ein an der Hypothenusenfläche total reflectirendes Glasprisma gewählt wurde: der **Prismensextant**. Bei diesem ist die Fernrohraxe parallel der Nullstellung des Alhidadenarmes (vergl. Fig. 403), der kleine Spiegel ist durch ein unmittelbar vor das Fernrohr gesetztes Prisma m ersetzt, und die Stellung des grossen Spiegels auf seiner drehbaren Unterlage und des Prismas ist so, dass dieser Nullstellung ein Einfallswinkel von etwa 80° entspricht. Da die ein- und austretenden Strahlen mit den Kathetenflächen gleiche Winkel bilden, so werden die Bilder auch achromatisch sein. Bei einer Drehung der Alhidade nach rechts (im selben Sinne wie beim HADLEY'schen Sextanten) werden die Einfallswinkel kleiner, die

---

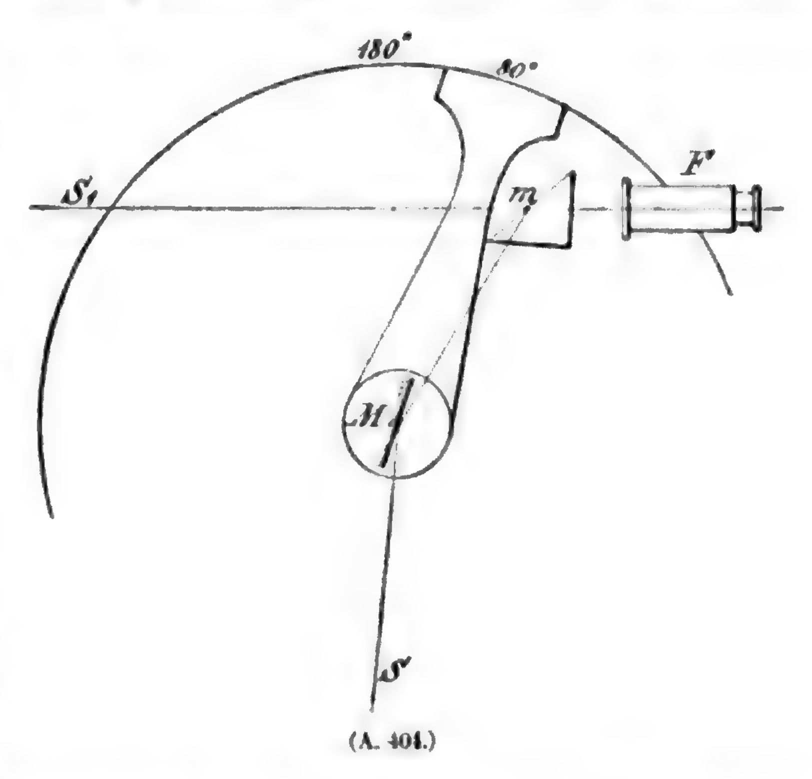
[1]) Man hat auch Stative für den Sextanten construirt; das praktischste bleibt aber jedenfalls die freie Haltung des Instrumentes, wenn sie auch dem Anfänger einige Schwierigkeiten bereitet. Die beiden Füsschen f dienen mit dem Zapfen E zum Aufsetzen des Instrumentes auf eine horizontale Unterlage.

Bilder daher schon aus diesem Grunde schärfer und lichtstärker[1]). Wächst der Winkel zwischen den beiden Objekten bis 130°, so wird der Einfallswinkel ca. 15°; (Stellung des Armes in der gestrichelten Lage in Fig. 403). Die Alhidade könnte nun aber so weit gedreht werden, bis sie an das Prisma *m* anstösst; dieses würde einer Drehung der Alhidade von nahe 140°, also einem Winkel zwischen den beiden Objekten von 280° entsprechen; allein bereits über 130° wird der Gang der Lichtstrahlen von dem Objekte *S* erst durch das Prisma *m*, dann durch das Fernrohr und schliesslich durch den Kopf des



(A. 403.)

Beobachters behindert. Allein von 180° bis 280°, d. i. also, wenn man statt der überstumpfen Winkel ihre Ergänzungen zu 360° wählt, zwischen 80° und 180° ist eine Messung wieder möglich. Im ersten Falle der Messung ist aber ebenso wie beim Spiegelsextanten das direkt gesehene Objekt immer links, das zweimal reflectirte, rechts; bei der zweiten Art der Beobachtung mit dem Prismensextanten aber ist das direkt gesehene Bild rechts, das doppelt reflectirte links (vergl. Fig. 404). Bei Höhenmessungen der Sonne zur See mit dem Spiegelsextanten wird man, wie schon erwähnt, das Fernrohr direkt auf den entfernten Horizont einstellen und erhält dann das zweimal reflectirte Bild der Sonne. Bei Höhenmessungen auf dem Lande hat man höchst selten den natürlichen Horizont zur Verfügung, da



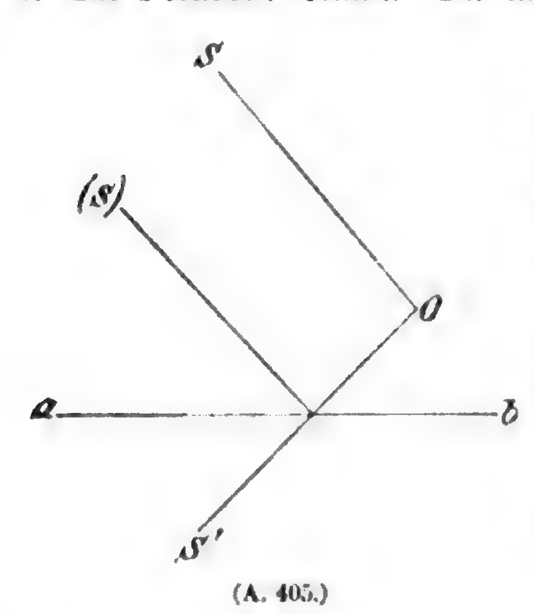
(A. 404.)

derselbe in Folge der Bodenerhebungen oder Bepflanzungen vielfach gedeckt erscheint. Man bedient sich dann eines künstlichen Horizontes, d. h. des bereits bei dem Meridiankreis beschriebenen einfachen oder angequickten Quecksilberhorizontes[2]) oder eines horizontal zu stellenden Glashorizontes. Dann misst man

[1]) Es ist dieses dadurch erzielt, dass in diesem Falle der grosse Spiegel links von der Fernrohraxe angebracht ist, während er sich im ersten Falle rechts befindet.

[2]) Der Meeresspiegel kann wegen seiner beständigen Wellenbewegungen nicht als reflectirender Horizont verwendet werden.

nicht die Höhe der Gestirne über dem Horizont, sondern den Winkel, welchen die Visur nach dem Stern S (Fig. 405) und nach dem Spiegelbilde S' desselben einschliesst, also die doppelte Höhe. Das direkt mit dem Fernrohr anvisirte Bild ist dann wieder das untere, also das in dem künstlichen Horizonte gespiegelte Bild S', während man das Bild von S durch doppelte Reflexion an M, m in das Fernrohr erhält. Da man auf diese Weise Winkel bis zu 130° messen kann, so giebt dieses eine Grenze für die Höhenwinkel von 65°; mit dem Prismenkreise kann man aber Höhen zwischen 40° und 90° in der zweiten Lage messen, wobei S_1 (Fig. 401) der direkt anvisirte Stern wäre, und das doppelt reflectirte Bild im Fernrohr bereits von dem durch einmalige Reflexion an dem künstlichen Horizonte entstandenen Bilde des Sternes herrührt. Diese dreimalige Reflexion des Lichtes bringt jedenfalls bereits eine sehr bedeutende Lichtschwächung mit sich, welche nur bei der Sonne nicht wesentlich ist.



(A. 405.)

Der Quecksilberhorizont hat den Vortheil, sich stets von selbst horizontal zu stellen; er ist aber nicht leicht transportabel. Ein nicht angequickter Horizont hat übrigens den Nachtheil, dass er durch Luft und Erschütterungen zu leicht beweglich ist, weshalb man einen solchen mit einem planparallelen[1]) Glasdach bedeckt. In der Nähe von befahrenen Strassen, Häusern wird er leicht in eine schwingende Bewegung geraten, welche mitunter die Beobachtung ganz vereiteln kann. Man benützt daher sehr häufig den bereits erwähnten Glashorizont. Dieser besteht aus einer dicken, geschwärzten Glasplatte (deren obere Fläche reflectirt), welche auf drei stumpfen Glasspitzen in einer Metallschale ruht, die mittels Stellschrauben horizontal gestellt werden kann. Hierzu dient ein auf die Glasplatte aufzusetzendes Niveau. Man setzt dabei den Glashorizont so auf, dass eine Schraube in die Richtung des zu messenden Höhenwinkels zu liegen kommt, stellt dann horizontal, indem man das Niveau in der Richtung dieser Schraube, und dann senkrecht dazu, also in der Richtung der beiden anderen aufsetzt, und durch die Fussschrauben corrigirt. Namentlich in der Richtung des zu messenden Winkels muss die grösste Sorgfalt verwendet werden, da eine Neigung in dieser Richtung mit dem vollen Betrage den gemessenen Winkel beeinflusst. Eine kleine Abweichung von der Horizontalität in dieser Richtung muss daher auch direkt in Rechnung gezogen werden. Ist i die Neigung, welche man durch ein Nivellement erhält (vergl. den Artikel »Niveau«), positiv, wenn die äussere (von dem Beobachter abgewendete) Seite (a in Fig. 405) die höhere ist, so hat man, wie man sofort sieht, den gemessenen Winkel SOS' um $+2i$, oder den einfachen Höhenwinkel (die Hälfte des gemessenen Winkels) um $+i$ zu corrigiren.

---

[1]) Hat das Glasdach nicht genau parallele Flächen, so wird durch Brechung der [illegible]strahlen in denselben ein Fehler der Messung entstehen; dieser kann eliminirt werden, [illegible] man das Dach nach einer Reihe von Beobachtungen um 180° dreht, und nunmehr [illegible] Beobachtungen in dieser Lage macht. Statt der Glasdächer verwendet man auch häufig [illegible] Glimmerblättchen; da ihre Spaltungsflächen genau parallel sind, so sind sie von diesem Fehler jedenfalls frei, hingegen kann eine leichte Durchbiegung derselben in anderer Weise [illegible] wirken.

Der Prismensextant hat den Nachtheil, dass die Instrumententheile ganz auf der einen Seite desselben angebracht sind, und dass der Gradbogen bei Höhenmessungen nach oben (Messung der einfachen Höhe) oder von dem Beobachter weg (Messung der doppelten Höhe) zu liegen kommt. Eine grössere Gleichmässigkeit der Vertheilung im Allgemeinen, namentlich aber des Gradbogens erhält man sofort, wenn man statt des Sextanten (oder eigentlich hier des Drittelkreises) einen vollen Kreis wählt, welches in erster Linie aber zu dem Zwecke geschieht, um zwei Nonien anbringen zu können, wodurch der bei dem Sextanten so schädliche Excentricitätsfehler beseitigt wird. Bei genaueren Messungen mit dem Sextanten ist auf diesen Umstand stets Rücksicht zu nehmen, um die Excentricität bezw. auch die wahre Länge des Kreisbogens, welche durch den blossen Einfluss der Excentricität mitunter um ein bedeutendes unter oder über der angeschriebenen Zahl bleiben kann, durch Ausmessung von bekannten oder mittels andrer Instrumente gemessener Winkel zu bestimmen. Durch eine kleine Hilfstafel kann man dann die jeweilige Lesung auf die wahre Grösse reduciren.

Die theoretisch zu erfüllenden Bedingungen bei einem Sextanten sind: 1) Die Parallelstellung der optischen Axe des Fernrohres und der beiden Spiegelnormalen mit der Sextantenebene (Ebene der Kreistheilung) und 2) Nulllesung des Nonius bei Parallelstellung der Spiegelnormalen.

Ein Fehler gegen die zweite Forderung heisst, wie schon erwähnt, Index- oder Collimationsfehler. Die Correction geschieht, wie ebenfalls bereits erwähnt, durch Drehung des kleinen Spiegels[1]). Um ihn zu bestimmen, kann man die beiden Bilder (das direkte und doppelt reflectirte) eines unendlich entfernten Objectes zur Deckung bringen, wobei dann die beiden Visuren SM und S_1O (Fig. 401), folglich auch die Spiegelnormalen parallel sind; ist dann die Lesung c (positiv auf der Seite der fortschreitenden Theilung, negativ auf der Seite des Excedens), so ist jede Lesung um c zu vermindern, und es ist

$$\text{corrigirte Lesung} = \text{gemachte Lesung} - c.$$

Verwendet man zu diesen Beobachtungen die Sonne, so bringt man nicht die Bilder zur Deckung, sondern die Ränder zur Berührung. Dieses kann nämlich auf zwei Arten geschehen; ist in dem einen Falle die Lesung l_1 (gewöhnliche Messung, direktes Bild links) und schiebt man dann die Bilder übereinander hinweg, bis die zweite Ränderberührung stattfindet (wobei das doppelt reflectirte Bild nach links kommt) und kommt dieser Stellung die Lesung l_2 zu, so wird diese natürlich kleiner als l_1 sein, und bei kleinem Collimationsfehler stets auf den Excedens fallen. Zählt man die auf den Excedens fallenden Lesungen als negativ, so wird

$$r = \tfrac{1}{2}(l_1 - l_2) \text{ der Sonnenhalbmesser}$$

und

$$c = \tfrac{1}{2}(l_1 + l_2) \text{ der Collimationsfehler.}$$

Die zur Dämpfung der Bilder verwendeten Blendgläser müssen planparallel sein, damit das Licht keine Ablenkung erfährt. Ein Fehler in dieser Richtung wird sich dadurch zeigen, dass sich der Collimationsfehler ohne und mit Blendglas verschieden ergiebt; er kann auch in der Weise unschädlich gemacht werden, dass man den Collimationsfehler für die zu verwendenden Blendgläser bestimmt, und dann bei Beobachtungen mit einem Blendglase den diesem entsprechenden Collimationsfehler zur Reduction verwendet.

Liegt das anvisirte Objekt nicht in unendlicher Entfernung, so werden bei der Deckung der Bilder die Strahlen S_1O und S_1M (Fig. 401), folglich auch die

---

[1]) Statt dessen könnte natürlich auch der Nonius zwischen Spitzen beweglich sein.

Spiegelnormalen, nicht parallel sein, demnach die Lesung nicht Null, sondern einer Drehung der Alhidade um den Winkel $(S)MS_1$ entsprechend, auf den Excedens fallen. Es ist aber $\sphericalangle (S)MS_1 = \sphericalangle MS_1O = p$, wenn p durch

$$\sin p = \frac{e}{D}$$

bestimmt ist, wobei D die Entfernung S_1M des anvisirten Objektes vom Sextantenmittelpunkt ist. Auf diesen Umstand muss übrigens bei jeder Beobachtung Rücksicht genommen werden, bei welcher das direct gesehene Bild nicht unendlich weit ist; es ist nämlich dann

$$w = \sphericalangle SMS_1 = SM(S) + (S)MS_1 = l - c + p.$$

Bei genügend weit entfernten Objekten wird daher

$$w = l - c + \frac{e}{D \, arc \, 1''}.$$

Ist $e = 5\ cm$, so wird für $D = 1000\ m$: $p = 10''$; eine genäherte Kenntniss von D wird daher zur Bestimmung dieser Correction ausreichen, hingegen muss e genau ermittelt werden[1]). Dieses kann gleichzeitig mit c geschehen, wenn man das direkte und doppelt reflectirte Bild eines in geringer Entfernung befindlichen Bildes zur Deckung bringt, für diesen Fall ist $w = 0$, daher

$$c - l = p; \qquad \sin (c - l) = \frac{e}{D}$$

oder wenn

$$\frac{\sin c}{e} = x, \quad \frac{\cos c}{e} = y; \qquad \frac{1}{e} = x^2 + y^2, \quad \tan g\, c = \frac{x}{y}$$

gesetzt wird:

$$x \cos l - y \sin l = \frac{1}{D}.$$

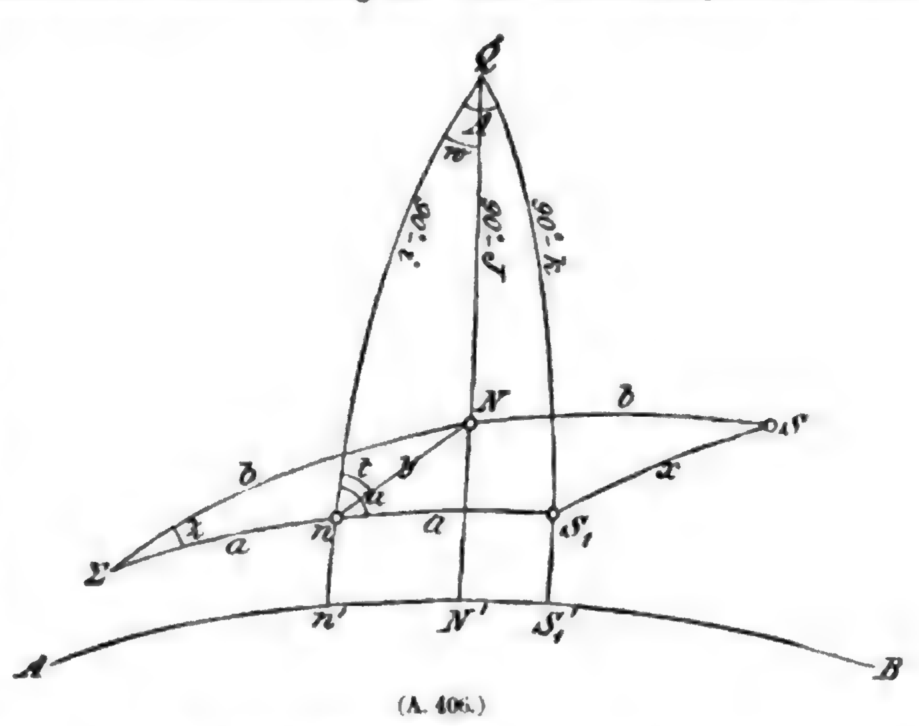
Aus den für verschiedene Entfernungen D_1, D_2, D_3 ... gemachten Lesungen l_1, l_2, l_3 .. kann x und y und demnach dann c und e ermittelt werden. Die Beobachtungen werden um so genauer, und dabei um so bequemer, je kleiner man D wählt. Man wird daher diese Beobachtungen in einem Zimmer anstellen können, wobei man den Sextanten bequem niederlegen kann. Wählt man dabei eine Reihe von Punkten, welche ein Vieleck bilden, dessen Seiten sehr genau gemessen werden, legt den Sextantenmittelpunkt nach und nach über die verschiedenen Eckpunkte und misst dabei die Winkel nach den anderen Punkten, so kann man durch eine derartige kleine Triangulation auch gleichzeitig durch Vergleichung der beobachteten Winkel mit den aus den gemessenen Seitenlängen berechneten den Excentricitätsfehler der Sextanten bestimmen.

Um den Einfluss der Stellung der Fernrohraxe bezw. der Spiegelnormalen gegen die Sextantenebene auf die Winkelmessung zu erheben, wird um einen beliebigen Punkt eine Kugel beschrieben gedacht, durch deren Mittelpunkt eine der Sextantenebene parallele Ebene und zu den Visuren und Spiegelnormalen parallele Gerade gezogen gedacht werden. Sei AB (Fig. 406) der Schnitt der Sextantenebene mit der Kugel, Q der Pol derselben, die Visur OS (aus Fig. 401) treffe die Kugel in S, die Spiegelnormale MN in N, so erhält man den reflec-

---

[1]) Ein Fehler $\Delta e = \pm 1\ cm$ erzeugt einen Fehler $\Delta p = \pm \frac{2''}{k}$, wenn die Entfernung e Kilometer beträgt; ein Fehler $\Delta D = \pm 100\ m$ erzeugt einen Fehler $\Delta p = \pm \frac{0''\!\cdot\!2}{k^2} e$, wenn e in Centimetern, und die Entfernung D gleich k Kilometern ist.

tirten Strahl Mm, indem man auf dem grössten Kreise SN den Bogen $N\Sigma = NS$ macht. Trifft weiter die Spiegelnormale $m(n)$ (d. i. deren Rückverlängerung) die Kugel in n, so ist der Bogen Σn gleich dem Winkel $Mmn = (n)mS_1$ und man erhält den Schnittpunkt des in der Richtung der Visur rückverlängerten Strahles mS_1 mit der Kugel, wenn man auf dem grössten Kreise Σn den Bogen $nS_1 = n\Sigma$ macht, und es ist S_1 dann der Punkt, in welchem bei Deckung der Bilder die direkte Visur die Kugel trifft.



(A. 406.)

Würden die Bedingungen (1) pag. 23 erfüllt sein, so müssten die Punkte S_1, n, N, demnach auch Σ und S in die Sextantenebene AB fallen, und somit würde der abgelesene Winkel gleich dem gesuchten S_1S sein; es handelt sich nun darum, den Einfluss der Instrumentalfehler auf die Winkelmessung zu finden.

S_1S_1', NN', nn' sind offenbar die Neigungen k, l, i der Fernrohraxe des grossen und kleinen Spiegels gegen die Sextantenebene; es ist daher $QS_1 = 90° - k$; $QN = 90° - l$; $Qn = 90° - i$. Da Fernrohr und kleiner Spiegel mit der Sextantenebene fest verbunden sind, so werden die Punkte S_1 und n gegeneinander eine unveränderliche Lage haben und man kann daher $S_1n = a$ oder auch den damit fest verbundenen Winkel $nQS_1 = A$ am Pol der Sextantenebene als eine Constante für das Instrument ansehen.

Die Nulllesung würde stattfinden, wenn die beiden Spiegelnormalen, da sie in Folge der verschiedenen Neigung nie parallel sein können, genau in derselben auf der Sextantenebene senkrechten Ebene liegen, also die beiden grössten Kreise QN und Qn zusammenfallen würden; es ist also $n'N' = w$ die Drehung der Spiegelnormale N; diese kann aus der gemachten Lesung l einfach erhalten werden, indem sie zunächst um den Collimationsfehler c corrigirt wird; $l - c$ ist dann, da die Bezifferung verdoppelt ist, gleich dem doppelten Winkel w, also

$$w = \tfrac{1}{2}(l - c).$$

Am naturgemässesten würde man zu einer Beziehung zwischen w und $SS^1 = x$ gelangen, wenn man die früher angegebenen Constructionen durchrechnet; es ist dieses aber keinesfalls der kürzeste Weg. Viel kürzer gelangt man auf folgende Weise zum Ziele[1]. Verbindet man Nn und nennt den Bogen $N\Sigma = b$, $Nn = y$ und die Winkel $N\Sigma n = z$, $NnQ = t$, $S_1nQ = u$, so folgt aus dem Dreiecke $Nn\Sigma$:

$$\begin{aligned} \cos y &= \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos z \\ -\sin y \cos(u - t) &= \sin a \cos b - \cos a \sin b \cos z \qquad (1) \\ +\sin y \sin(u - t) &= \sin b \sin z. \end{aligned}$$

---

[1] Vergl. HERR, Lehrbuch der sphärischen Astronomie, pag. 285.

Aus dem Dreiecke $S_1 S \Sigma$ folgt aber

$$\cos x = \cos 2a \cos 2b + \sin 2a \sin 2b \cos z. \qquad (2$$

Quadrirt man die Gleichungen (1) und subtrahirt die Quadrate der zweiten und dritten von dem Quadrate der ersten, so erhält man

$$\cos 2y = (\cos^2 a - \sin^2 a) \cos^2 b - \sin^2 b \cos^2 z (\cos^2 a - \sin^2 a) +$$
$$+ 4 \sin a \sin b \cos a \cos b \cos z - \sin^2 b \sin^2 z$$
$$= \cos 2a \cos 2b + \sin^2 b \sin^2 z \cos 2a + \sin 2a \sin 2b \cos z - \sin^2 b \sin^2 z$$

oder

$$\cos 2y = \cos 2a \cos 2b + \sin 2a \sin 2b \cos z - 2 \sin^2 b \sin^2 z \sin^2 a \qquad (3)$$

Subtrahirt man (3) von (2) so folgt:

$$\cos x - \cos 2y = 2 \sin^2 b \sin^2 z \sin^2 a.$$

Es ist aber

$$\sin z \sin b = \sin y \sin (u - t) \qquad (4)$$

demnach

$$\cos x - \cos 2y = 2 \sin^2 a \sin^2 y \sin^2 (u - t). \qquad (4a)$$

a und u sind für jedes Instrument constant, u nahe $90°$; t ist veränderlich, aber ebenfalls nahe $90°$, daher $u - t$ immer sehr klein; y wird aber nicht unmittelbar bekannt; abgelesen wird am Instrumente die Projection $n' N' = w$, und ebenso ist es bequemer, an Stelle von a den zugehörigen, in der Sextantenebene zu messende Winkel $n' S_1' = A$ zu substituiren, wobei an Stelle von $(u - t)$ die Insrumentalfehler i, I, k treten. Man hat aus dem Dreiecke $n Q S_1$:

$$\cos a = \sin i \sin k + \cos i \cos k \cos A$$
$$\sin a \cos u = \cos i \sin k - \sin i \cos k \cos A \qquad (5)$$
$$\sin a \sin u = \cos k \sin A$$

und aus dem Dreiecke $Q n N$:

$$\cos y = \sin i \sin I + \cos i \cos I \cos w$$
$$\sin y \cos t = \cos i \sin I - \sin i \cos I \cos w \qquad (6)$$
$$\sin y \sin t = \cos I \sin w.$$

Die letzten beiden Gleichungen in (5) und (6) geben

$$\sin a \sin y \sin (u - t) = \cos k \cos I \sin i \sin (w - A) +$$
$$+ \cos k \cos i \sin I \sin A - \cos I \cos i \sin k \sin w.$$

Ferner folgt aus der ersten Gleichung (6):

$$\cos 2y = 2 \cos^2 y - 1 =$$
$$= 2 \sin^2 i \sin^2 I + \sin 2i \sin 2I \cos w + (1 - \sin^2 i)(1 - \sin^2 I)(1 + \cos 2w) - 1$$
$$= \cos 2w + \sin 2i \sin 2I \cos w - 2(\sin^2 i + \sin^2 I - \sin^2 i \sin^2 I) \cos^2 w + 2 \sin^2 i \sin^2 I$$

demnach:

$$\cos x - \cos 2w = 2 \sin (w - \tfrac{1}{2} x) \sin (w + \tfrac{1}{2} x) =$$
$$= \sin 2i \sin 2I \cos w - 2 (\sin^2 i + \sin^2 I - \sin^2 i \sin^2 I) \cos^2 w + 2 \sin^2 i \sin^2 I$$
$$+ 2 [\cos k \cos I \sin i \sin (w - A) + \cos k \cos i \sin I \sin A - \cos I \cos i \sin k \sin w]^2.$$

Diese Gleichung ist noch völlig strenge. Mit Rücksicht auf die Kleinheit der Neigungen wird man aber die zweiten Potenzen derselben stets vernachlässigen können, und kann dann links an Stelle von $2 \sin (w - \frac{1}{2} x)$ den Bogen $2(w - \frac{1}{2} x) = 2w - x = (l - c) - x$ und an Stelle von $\sin (w + \frac{1}{2} x)$ einfach $\sin 2w = 2 \sin w \cos w$ setzen und findet dann:

$$x = (l - c) + (i^2 + I^2) \operatorname{cotang} w - 2 i I \operatorname{cosec} w -$$
$$- 2 [I \sin A - i \sin (A - w) - k \sin w]^2 \operatorname{cosec} 2w.$$

Man kann hieraus einfach den Einfluss der verschiedenen Grössen i, I, ... ableiten.

Am schärfsten lässt sich die Bedingung erfüllen, dass die beiden Spiegelnormalen bei der Drehung des grossen Spiegels parallel werden. In diesem Falle wird nämlich, wenn die beiden Kreise ΣN und Σn zusammen fallen, N mit n zusammenfallen müssen; dann fallen aber auch die beiden Bilder S_1 und S zusammen. Wenn hingegen N und n nicht zur Deckung gebracht werden können, so werden auch S und S_1, d. h. das direkt gesehene und doppelt reflectirte Bild sich nicht decken können, sondern nebeneinander vorübergehen. Hiernach kann man die Correction vornehmen: Die Neigung des kleinen Spiegels wird so lange geändert, bis bei Drehung des grossen Spiegels (dessen Neigung vorher nach der unten zu erwähnenden Methode berichtigt ist) das direkt gesehene und doppelt reflectirte Bild durcheinander gehen, wenn die Alhidade durch den Nullpunkt geführt wird. Diese Berichtigung kann am leichtesten mit grosser Schärfe vorgenommen werden, und man kann annehmen, dass $i = I$ ist. Dann werden die von der Neigung der beiden Spiegel abhängigen Glieder:

$$2i^2 \, cotang\, w - 2i^2 \, cosec\, w - 2i^2 \, (sin\, A - sin\, (A - w))^2 \, cosec\, 2w$$
$$= - 2i^2 \, tang\, \tfrac{1}{2} w \, (1 + sec\, w \, cos\, (A - \tfrac{1}{2} w)^2) \, arc\, 1''.$$

Für $i = 5'$ wird mit $A = 20^\circ$ der Werth für $w = 70^\circ$ etwa $2\tfrac{1}{2}''$, also jedenfalls unter der bei Sextantenbeobachtungen angestrebten Genauigkeit, und folglich zu vernachlässigen. Der Fehler wächst aber mit dem Quadrate der Neigung, und könnte bei $i = 10'$ bereits den nicht mehr unerheblichen Werth von $10''$ erreichen, für $i = 20'$ bereits den Werth von $40''$. Man sieht hieraus, dass eine möglichst scharfe Berichtigung nöthig ist[1]. Man erlangt dieselbe mit Hilfe zweier zu diesem Zwecke aufgesetzter kleiner Diopter, welche so adjustirt sind, dass das Ocularloch des einen und der Faden des anderen sich in genau gleicher Höhe über der Grundfläche befinden. Setzt man dieselben in einer auf den Spiegel senkrechten Richtung auf den Sextanten auf, so wird die durch die beiden Diopter bestimmte Visur auf das Spiegelbild des Fadens und des Oculardiopters treffen. Eine noch schärfere Berichtigung erhält man durch Horizontalstellung des Limbus mittelst eines Niveaus auf einer mit drei Stellschrauben versehenen Platte und normales Anvisiren des Spiegels durch ein Kathetometer oder das Fernrohr eines Nivellirinstrumentes. Ist eine Corrctionsschraube ρ vorhanden, so kann der Fehler leicht weggeschafft werden. Fehlt eine solche Schraube, wie dieses wohl zumeist der Fall ist, so wird die Correction wenn nöthig durch, unter die Fussplatte untergelegte dünne Papierblättchen vorgenommen werden können. Meist ist diese Correction mit der nöthigen Schärfe schon vom Mechaniker mit bewerkstelligt, und die Fixirung des Spiegels so sicher und unveränderlich, dass eine Nachrectification sich in den allermeisten Fällen als unnöthig erweist.

Der Einfluss einer Neigung des Fernrohrs ist nach (8)

$$- k^2 \, tang\, w \, arc\, 1''.$$

Für $i = 5'$, $w = 70^\circ$ folgt hieraus ein Fehler von etwas über einer Bogensecunde; aber es kommt dabei wesentlich darauf an, an welchem Punkte des Gesichtsfeldes man die Pointirung vornimmt. Die optische Axe des Fernrohres entspricht natürlich ungefähr der Mitte des Gesichtsfeldes, wenn nicht durch

---

[1]) Stellt man die Alhidade in die Mitte des Kreisbogens und sieht schräg auf den grossen Spiegel, so wird man den vorderen Theil des Limbus und dessen Spiegelbild in einander übergehen sehen. Wenn der Spiegel auf der Sextantenebene senkrecht steht, so muss natürlich dieser Uebergang continuirlich, ohne Bruchstelle, stattfinden; allein die Prüfung auf diese Art ist nach dem obigen durchaus nicht ausreichend.

Anbringung eines Fadens dieselbe besonders markirt ist. Hat das Gesichtsfeld eine grössere Ausdehnung, und man pointirt näher am Rande, z. B. 1° von der Mitte entfernt, so kann der daraus entstehende Fehler der Messung schon über 2′ betragen. Deshalb werden in dem Fernrohre, obgleich die Winkelmessung ohne Zuhilfenahme von Fäden vorgenommen wird, dennoch Fäden eingezogen, und zwar in der Regel vier, die ein Quadrat bilden, in dessen Mitte die Beobachtung (Deckung des Bildes) zu machen ist. Diese Fäden können dann auch zur Ermittelung, bezw. Correction des Nichtparallelismus der Fernrohraxe und der Sextantenebene dienen. Sei die Entfernung der beiden zur Sextantenebene parallelen Fäden gleich f, und die Neigung der Fernrohraxe wie oben k, so ist die Neigung der durch die oberen Fäden bestimmten Visur $k - \frac{1}{2}f$ und die Neigung der durch den unteren Faden bestimmten Visur $k + \frac{1}{2}f$. Berücksichtigt man nun in Gleichung (8) noch die von ki abhängigen Glieder, welche für grosse Werthe von k (nämlich $k \pm \frac{1}{2}f$), auch noch merklich werden können, so wird die corrigirte Lesung unter der Voraussetzung $i = I$

für den oberen Faden:

$$x = l' - (k - \tfrac{1}{2}f)^2 \, tang\, w + 4\,(k - \tfrac{1}{2}f)\, i \sin \tfrac{1}{2} w \cos (A - \tfrac{1}{2} w) \sec w$$

für den unteren Faden: (9)

$$x = l - (k + \tfrac{1}{2}f)^2 \, tang\, w + 4\,(k + \tfrac{1}{2}f)\, i \sin \tfrac{1}{2} w \cos (A - \tfrac{1}{2} w) \sec w,$$

und wenn derselbe Winkel x beobachtet wird, so müssen die Lesungen l, l' von einander verschieden sein, d. h. die Deckung erfolgt an dem oberen und unteren Faden nicht bei derselben Stellung der Alhidade. Zur Bestimmung von k erhält man hieraus:

$$l - l' = 2 f k \, tang\, w - 4 f i \sin \tfrac{1}{2} w \cos (A - \tfrac{1}{2} w) \sec w = \qquad (10)$$
$$= 4 f \sec w \sin \tfrac{1}{2} w \,[k \cos \tfrac{1}{2} w - i \cos (A - \tfrac{1}{2} w)].$$

Wäre $i = 0$, so würde $k = 0$ erhalten, wenn $l = l'$ ist, d. h. wenn bei der Einstellung an dem oberen und unteren Faden dieselbe Lesung am Sextanten erhalten wird. Zur Rectification des Fernrohres ist dieses gewöhnlich nicht unbeweglich in den Ring r eingelegt, sondern an dem einen Ende des zu einer kurzen etwas weiteren Hülse verlängerten Ringes durch Stellschrauben τ verstellbar. Hat man die Deckung der Bilder an beiden Fäden bei unveränderter Stellung der Alhidadenaxe erzielt, so wird die Parallelstellung doch nicht erreicht sein, wenn i nicht Null ist; es ist dann die noch übrigbleibende Neigung nach (10)

$$k = i \sec \tfrac{1}{2} w_0 \cos (A - \tfrac{1}{2} w_0), \qquad (9\,a)$$

wenn die Rectification bei der Stellung w_0 der Alhidade (Lesung $l_0 = 2 w_0$) vorgenommen wurde. Der Fehler ist daher von der Ordnung der Neigung der Spiegel. Dass es aber ziemlich gleichgültig ist, bei welcher Einstellung w_0 man die Berichtigung vornimmt, folgt daraus, dass, wenn dieselbe für w_0 vorgenommen würde, die Distanz $l - l'$ für eine andere Lesung w immer äusserst klein ist. Substituirt man nämlich den Werth (9a) in (10), so erhält man

$$l - l' = 4 f i \sec w \sin \tfrac{1}{2} w \sec \tfrac{1}{2} w_0 \sin A \sin \tfrac{1}{2} (w_0 - w).$$

Da die zu messenden Winkel im Maximum etwa 140° sind, so wird $w = 70°$ anzunehmen sein; nimmt man für w_0 etwa den in der Mitte gelegenen Winkel, $w_0 = 35°$, entsprechend einer Lesung von 70°, so wird der Maximalwerth von $w_0 - w$ ebenfalls 35° und der Ausdruck wird daher im Maximum (für $w = 2 w_0$), da A ebenfalls sehr nahe $\frac{1}{2} w_0$ ist:

$$l - l' = 0{\cdot}00005563 f i \qquad (f \text{ und } i \text{ in Minuten}).$$

Ist $i = 5'$; $f = 2° = 120'$, so wird diese Correction im Maximum 0″ [illegible] also völlig verschwindend.

Würde die Correction bei $w_0 = 0$ vorgenommen, so würde im Maximum $l - l' = 0{\cdot}0003365 fi$, also für $i = 5'$, $f = 2° = 120'$: gleich 0''·2, also ebenfalls belanglos. Hieraus folgt aber nur, dass es für die Rectification ziemlich gleichgültig ist, ob man dasselbe Objekt ($w_0 = 0$) oder verschiedene Objekte in beliebigen Winkeln (z. B. 70° oder 140°) verwendet; es folgt aber hieraus auch, dass man durch Einstellung an den beiden Fäden den Fehler nicht eliminiren kann. In der That ist das arithmetische Mittel der beiden Lesungen mit nahe demselben Fehler behaftet, wie jede einzelne Lesung (weil eben der Fehler von den Quadraten der Neigung abhängt), indem nur die von kf, ik und if abhängigen Glieder wegfallen. Es ist

$$x = \tfrac{1}{2}(l + l') - (k^2 + \tfrac{1}{4}f^2)\, tang\, w$$

und der Fehler wird eben nur dann als verschwindend vernachlässigt werden können, wenn man, wie schon erwähnt, in der Mitte zwischen den Parallelfäden, für welche die Berichtigung vorgenommen wurde ($f = 0$) beobachtet.

N. Herz.

Quadrant, Mauerquadrant. Zur Bestimmung der Höhe der Gestirne über dem Horizonte bediente man sich frühzeitig azimutal montirter Instrumente, bei denen man sich aber, um die grosse Menge der Kreistheilungen möglichst zu reduciren, auf Quadranten beschränkte. Ein aus Holz, bei feineren Instrumenten aus Kupfer oder Messing verfertigter, durch Speichen entsprechend versteifter Quadrant, war in dem Schwerpunkt des Gerippes um eine auf seiner Ebene senkrecht angebrachte, horizontal festgestellte Axe drehbar. An einer Seite, längs eines Radius des Kreisbogens waren zwei Diopter angebracht, welche die Visur gegen einen Stern bestimmten. Der Quadrant war möglichst fein und sorgfältig getheilt, die Ablesung geschah durch einen im Mittelpunkte der Kreistheilung befestigten, unten mit einem Gewichte beschwerten Faden. Bei der horizontalen Visur zeigte der Faden auf den Theilstrich 0, bei der verticalen auf den Theilstrich 90°.

War der Quadrant genau in einer verticalen Ebene, die Axe desselben genau senkrecht auf seiner Ebene, die Länge des Gradbogens 90°, die Lesung am Kreise bei horizontal gestellter Visur wirklich 0, so gab der Theilstrich des Kreises, an welchen sich der Faden anlegte, die Höhe des Sternes. So lange man auf Instrumentalfehler keine weitere Rücksicht nahm, reichte man zur Messung mit diesem Instrumente vollkommen aus. Auch wurde diese Construction der Quadranten in späterer Zeit noch beibehalten, als schon das Fernrohr an Stelle der Diopter verwendet wurde; nur wurden einzelne Theile feiner ausgeführt, das Bleiloth mit einer dasselbe vor dem Luftzug schützenden Hülle umgeben, der Ort der Theilung, vor welchem der Faden des Lothes eben stand, wurde durch eine Lupe gelesen, die Lesung selbst durch Anwendung von Transversaltheilungen oder durch Nonien verfeinert. Der Quadrant wurde in zwei verschiedenen Aufstellungen verwendet; als kleinerer, um eine Horizontalaxe drehbarer Quadrant, wobei entweder die Drehung um die Horizontalaxe nur zur Einstellung diente, oder aber auch ein Horizontalkreis mit Theilung und Index zur genäherten Bestimmung des Azimuthes angebracht wurde. In weit grösseren Dimensionen findet man die Quadranten fest im Meridian montirt, als Mauerquadranten. Man findet solche von 2 und selbst 3 Metern Halbmesser, wodurch eine ziemlich weit gehende Theilung ermöglicht wurde (der Tycho'sche Quadrant gestattete eine Ablesung von 10''). Vollkreise wurden nicht angewendet, theils aus dem Grunde, weil zur Erzielung der gleichen

Genauigkeit (ohne Rücksicht auf Instrumentalfehler) das Instrument doppelt so gross hätte werden müssen, theils auch weil die Herstellung der Theilung des Kreises natürlich vier Mal so viel Mühe kostete, als diejenige des Viertelkreises. Der Vortheil der Vollkreise konnte erst dann zur Geltung kommen, als es durch Verfeinerung der Kreistheilmaschinen gelang, sehr gute Theilungen auf kleinen Kreisen herzustellen. So entwickelte sich dann zunächst der Mauerkreis, ein Vollkreis, mit einer zu seiner Ebene senkrecht stehenden Axe, welche mit dem zweiten Ende in eine Büchse in einer in der Richtung des Meridian aufgestellten Mauer eingelassen war. Da sich durch die Schwere des Kreises die Axe stark nach dem freien, mit dem Kreise stark belasteten Ende nach abwärts bog, so war die Ebene des Instrumentes natürlich nie genau die Meridianebene und man benützte die grossen Mauerquadranten und Mauerkreise zunächst nur zur Bestimmung der Meridianhöhen, während man zur Bestimmung der Zeit des Durchganges eines Sternes durch den Meridian die kleinen Durchgangsinstrumente vorzog (s. Passageninstrument.) Erst im Anfange unseres Jahrhunderts entwickelte sich aus der Vereinigung beider der moderne Meridiankreis (s. d.).

N. Herz.

Rectascensionsbestimmung. Wie aus der Definition der Rectascension hervorgeht, wonach sie gleich dem auf dem Aequator gezählten Bogenabstand zwischen dem durch den Widderpunkt und den Stern gelegten Stundenkreise ist, oder gleich dem von diesen Stundenkreisen am Pol des Aequators gebildeten sphärischen Winkel, kommt es bei der Rectascensionsbestimmung darauf an, die Lage des Frühlingspunkts zu ermitteln, und die Zeit, welche von dem Durchgang des Widderpunkts durch den Meridian bis zum Durchgang des Sterns, dessen Rectascension bestimmt werden soll, durch den gleichen Meridian vergeht.

Man unterscheidet absolute Rectascensionsbestimmungen von den relativen, letztere auch Differenz- oder Anschlussbeobachtungen genannt. Bei ersteren wird durch die Beobachtung der Sonne zur Zeit des Meridiandurchgangs die Lage des Widderpunkts ermittelt und hiermit der eine oder andere helle Fixstern, der gut am Tage gesehen werden kann, verbunden. Bei den Anschlussbeobachtungen nimmt man die Rectascension einer Anzahl Fixsterne als bekannt an und beobachtet die Durchgänge dieser und die der unbekannten Sterne durch denselben Stundenkreis. Der Sternzeitunterschied ist dann gleich dem Rectascensionsunterschied.

Für die absoluten Bestimmungen dient vor allem der Meridiankreis und es ist in dem dieses Instrument behandelnden Artikel schon das wesentlichste mitgetheilt. Es besteht zwischen der Declination der Sonne δ, der Rectascension α und der Schiefe der Ekliptik ε die Gleichung

$$tang\ \delta = sin\ \alpha\ tang\ \varepsilon,$$

und man sieht, dass man durch wiederholte Declinationsbestimmungen der Sonne sowohl ihre Rectascension als auch die Schiefe der Ekliptik ε ermitteln kann, dass aber auch die Bestimmungen der beiden Grössen ε und α so eng verbunden sind, dass sie nicht von einander getrennt werden können und als Fundamentalbestimmungen in der Astronomie bezeichnet werden. Wird obige Gleichung differenzirt, so kommt

$$d\delta = tang\,\varepsilon\, cos^2\delta\, cos\,\alpha\, d\alpha + \frac{cos^2\delta}{cos^2\varepsilon}\, sin\,\alpha\, d\varepsilon$$

und dieser Ausdruck zeigt, dass die Rectascension am sichersten erhalten wird, wenn die Declination $= 0$ ist, wenn sich also die Sonne in den Aequinoctien

befindet, dagegen die Schiefe zur Zeit der Solstizien, wenn $\alpha = 90°$ bezw. $270°$ ist. Wenn man genau in diesen Zeitmomenten die Declination der Sonne beobachtete, so würde diese gleich der Schiefe der Ekliptik sein, wofern die obige Formel strenge wäre. Das ist sie aber nicht, weil der Mittelpunkt der Sonne sich nicht immer in der Ebene der Ekliptik bewegt, also die Breite der Sonne nicht gleich 0 ist. Durch die Störungen seitens der Planeten kann die Sonne eine nördliche oder südliche Breite haben, die freilich niemals grösser als eine Bogensecunde ist. Man wird daher allgemein eine Correction anzubringen haben, die leicht durch nachstehende Formeln zu finden ist, nämlich

$$\cos\delta\, d\alpha = -\beta \cos\alpha \sin\varepsilon$$
$$d\delta = \beta \cos\varepsilon \sec\delta$$

wo β die in Bogensecunden ausgedrückte Breite ist, und wobei im vorliegenden Falle ($\alpha = 90°$) der Werth für $d\alpha$ fortfällt.

Den Einfluss, den eine fehlerhafte Annahme der Rectascension auf die Bestimmung der Schiefe hat, finden wir nach der obigen Differenzialformel durch den Ausdruck

$$\frac{d\varepsilon}{d\alpha} = -\sin\varepsilon \cos\varepsilon\, \mathrm{cotang}\,\alpha.$$

Nehmen wir nun die Bestimmung von ε zur Zeit der Solstizien oder doch in der Nähe derselben vor, so ist dann α nahe gleich $90°$ oder $270°$ und wir setzen

$$\alpha = \pm 90° - x$$

wonach dann

$$d\varepsilon = \tfrac{1}{2}\, \mathrm{tang}\, x \sin 2\varepsilon\, dx$$

wird. Hieraus geht wieder hervor, dass wenn man die Beobachtungen gleichmässig vor und nach dem Solstiz anstellt, ein constanter Fehler in der Rectascension der Sonne im Mittel herausfallt, da dann $\mathrm{tang}\, x$ und demgemäss $d\varepsilon$ entgegengesetztes Zeichen bei gleich grossen numerischen Beträgen erhält. Die Declinationsbestimmungen am Meridiankreis hängen von der Polhöhe ab, und es kann daher auch durch diese ein constanter Fehler in der Bestimmung von ε entstehen. Dieser lässt sich aber eliminiren, wenn man Beobachtungen beim Sommersolstiz mit solchen beim Wintersolstiz verbindet. Eine aber stets bedenkliche Fehlerquelle bleibt die Refraction, hinsichtlich derer noch grosse Unsicherheit besteht; daher sollten mit der Fundamentalbestimmung der Schiefe der Ekliptik auch Untersuchungen über die Refraction an der betreffenden Sternwarte verbunden werden, wobei insbesondere auch die Refractionsverhältnisse im Beobachtungsraum in Betracht kommen.

Die Berechnung der Beobachtungen kann nach der ersten Grundformel direkt geschehen, sie kann aber auch durch eine Reihenentwickelung vereinfacht werden. Die Gleichung

$$\mathrm{tang}\,\delta = \cos x\, \mathrm{tang}\,\varepsilon$$

lässt sich dafür leicht umformen. Es ist

$$\mathrm{tang}\,(\delta - \varepsilon) = \frac{\mathrm{tang}\,\delta - \mathrm{tang}\,\varepsilon}{1 + \mathrm{tang}\,\delta\, \mathrm{tang}\,\varepsilon} = \frac{\mathrm{tang}\,\varepsilon\,(\cos x - 1)}{1 + \mathrm{tang}^2\varepsilon \cos x} = -\frac{\sin^2\varepsilon \sin^2\frac{1}{2}x}{\cos^2\frac{1}{2}x + \sin^2\frac{1}{2}x \cos 2\varepsilon}$$
$$= -\frac{\mathrm{tang}^2\frac{1}{2}x \sin 2\varepsilon}{1 + \mathrm{tang}^2\frac{1}{2}x \cos 2\varepsilon}$$

eine Form, die, wenn $-\mathrm{tang}^2\frac{1}{2}x = n$ gesetzt wird,

$$\mathrm{tang}\,(\delta - \varepsilon) = \frac{n \sin 2\varepsilon}{1 - n \cos 2\varepsilon}$$

ergiebt, welche dann ihrerseits in die Reihe

$$\delta - \varepsilon = n \sin 2\varepsilon + \tfrac{1}{2} n^2 \sin 4\varepsilon + \tfrac{1}{3} n^3 \sin 6\varepsilon + \ldots$$

übergeht, woraus nach Einsetzung des Werthes für n

$$\delta = \varepsilon - tang^2 \tfrac{1}{2} x \sin 2\varepsilon + \tfrac{1}{2} tang^4 \tfrac{1}{2} x \sin 4\varepsilon - \tfrac{1}{3} tang^6 \tfrac{1}{2} x \sin 6\varepsilon + \ldots$$

wird.

Die so ermittelten Werthe für die Schiefe der Ekliptik sind dann durch Anbringung der Nutation auf die mittlere Schiefe und durch die jährliche Veränderung der Schiefe auf die gleiche Zeitepoche zu reduciren. Für die numerischen Werthe dieser Grössen vergl. die einschlägigen Artikel Nutation (Bd. III_1, pag. 302) und Präcession (Bd. III_2, pag. 2).

Hat man die Schiefe der Ekliptik ermittelt, oder nimmt man für sie Tafelwerthe an, so ist dann die Rectascension der Sonne aus der ersten Gleichung sofort gefunden, wenn man, wie gesagt, die Zeiten der Aequinoctien beobachtet, und schliesst man dann einen hellen Stern von geringer Declination an, so ergiebt sich seine Rectascension gleich der der Sonne + der Differenz der Durchgangszeiten, welche letztere natürlich um den Uhrgang und die Fehler des Instruments zn verbessern ist. Es fragt sich nun auch hier, in wiefern constante Fehler auf die Bestimmung der Sonnenrectascension einwirken. Als solche kommen in Betracht, erstens ein Fehler in ε und zweitens ein solcher in δ. Auf die Bestimmung der Declination wirken aber verschiedene Fehler ein, nämlich, wie auch schon oben angeführt, die Fehler in der Refraction, in der Parallaxe und in der Polhöhe. Man kann daher die Differenzialformel so schreiben.

$$\delta\alpha \cos\alpha \, tang\, \varepsilon = d\delta \sec^2 \delta - d\varepsilon \sin\alpha \sec^2 \varepsilon$$

oder

$$d\alpha = -\frac{2\, tang\, \alpha}{\sin 2\varepsilon} d\varepsilon + \frac{2\, tang\, \alpha}{\sin 2\delta} [d\varphi - dr - f(z) + dp \sin z],$$

wo die in der Parenthese enthaltenen Grössen jene Fehlerquellen der Declination angeben, da die Meridianbeobachtung $\delta = \varphi - z$ giebt, in z wiederum die Refraction und die aus der Beschaffenheit des Instruments herrührenden Fehler in der Zenithdistanz enthalten sind, und endlich die mit dem sinus der Zenithdistanz veränderliche Parallaxe hierbei zum Ausdruck kommt. Man sieht nun auch sofort, dass wie die Beobachtung beider Solstizien und symmetrische Beobachtungen vor und nach dem Solstiz die constanten Fehler in der Bestimmung von ε aufheben, hier fast das gleiche erreicht wird durch Verbindung von symmetrisch liegenden Beobachtungen zur Zeit des Frühjahrs- und Herbstäquinoctiums. Es würde, da bei solcher Verbindung der Coëfficient $tang\, \alpha$ einmal positiv, das andere Mal negativ ist, eine volle Elimination stattfinden, wenn die Fehler der Refraction und die Summe der Instrumentalfehler in z die gleichen wären. Das kann nun nicht strenge angenommen werden. In beiden Fällen wird es besonders die Verschiedenheit der Temperatur sein, welche schädlich wirkt. Immerhin kommt nur die Differenz dieser Fehlerquellen in Betracht, es zeigt sich aber auch hier, wie wünschenswerth die Untersuchung der Refraction und ihres Gesetzes für die absoluten Bestimmungen ist.

Zum Anschluss an den Fixstern ist wesentliches Bedingniss eine auf ihren Gang stets genau zu prüfende Uhr, und grösstmögliche Unveränderlichkeit in der Aufstellung des Instruments, oder Mittel dieselbe stets genau zu controliren. Hierüber ist unter »Meridiankreis« und »Sternwarten« das Nöthigste mitgetheilt. Es giebt nun eine grössere Anzahl sogen. Fundamentalsterne, die durch mehr oder minder direkten Anschluss an die Sonne als die Normalpunkte gelten, an denen der Fehler und Gang der Uhr bestimmt wird, um darnach die Rectascension der übrigen Sterne, welche dann als relativ bestimmte gelten, zu er-

halten. Solche Anschlussbeobachtungen haben ihre grösste Ausdehnung in den Zonenbeobachtungen gefunden, worüber dieser Artikel näheres ergiebt.

Handelt es sich um die Rectascensionsbestimmung von Planeten und Kometen, so geschieht diese durch mikrometrischen Anschluss an die Rectascension bekannter Sterne mit Hülfe der in der Regel parallactisch aufgestellten Fernrohre. Hierüber vergl. »Mikrometer und Mikrometermessungen.« VALENTINER.

Registrirapparate. Unter den mannigfachen mit diesem Namen belegten Instrumenten, welche zur präcisen oft automatischen Aufzeichnung der Beobachtungen und Erscheinungen dienen, kommen hier nur die in der Astronomie bei Durchgangsbeobachtungen verwendeten in Betracht. Andere Registrirvorrichtungen haben, soweit sie überhaupt in das Gebiet der Astronomie gehören, an anderen Stellen dieses Buches Erwähnung gefunden.

Die erste Anregung, die Beobachtungen der Fadenantritte nach dem gehörten Uhrschlag durch Registrirung zu ersetzen, wodurch der Einfluss persönlicher Fehler verringert werden sollte, ist in gewissem Sinne von ARAGO gegeben. Er suchte durch Benutzung von Arretiruhren den Nachweis zu liefern, dass die grossen persönlichen Gleichungen jedenfalls herabgedrückt würden, wenn die complicirte geistige Thätigkeit auf eine wenigstens theilweise mechanische zurückgeführt würde. Die Benutzung electromagnetischer Apparate für diese Zwecke, wodurch erst die grosse Erleichterung und Verfeinerung der Beobachtungen, die die Registrirapparate bewirken, ermöglicht wurde, lag aber auch nach diesen Andeutungen fern.

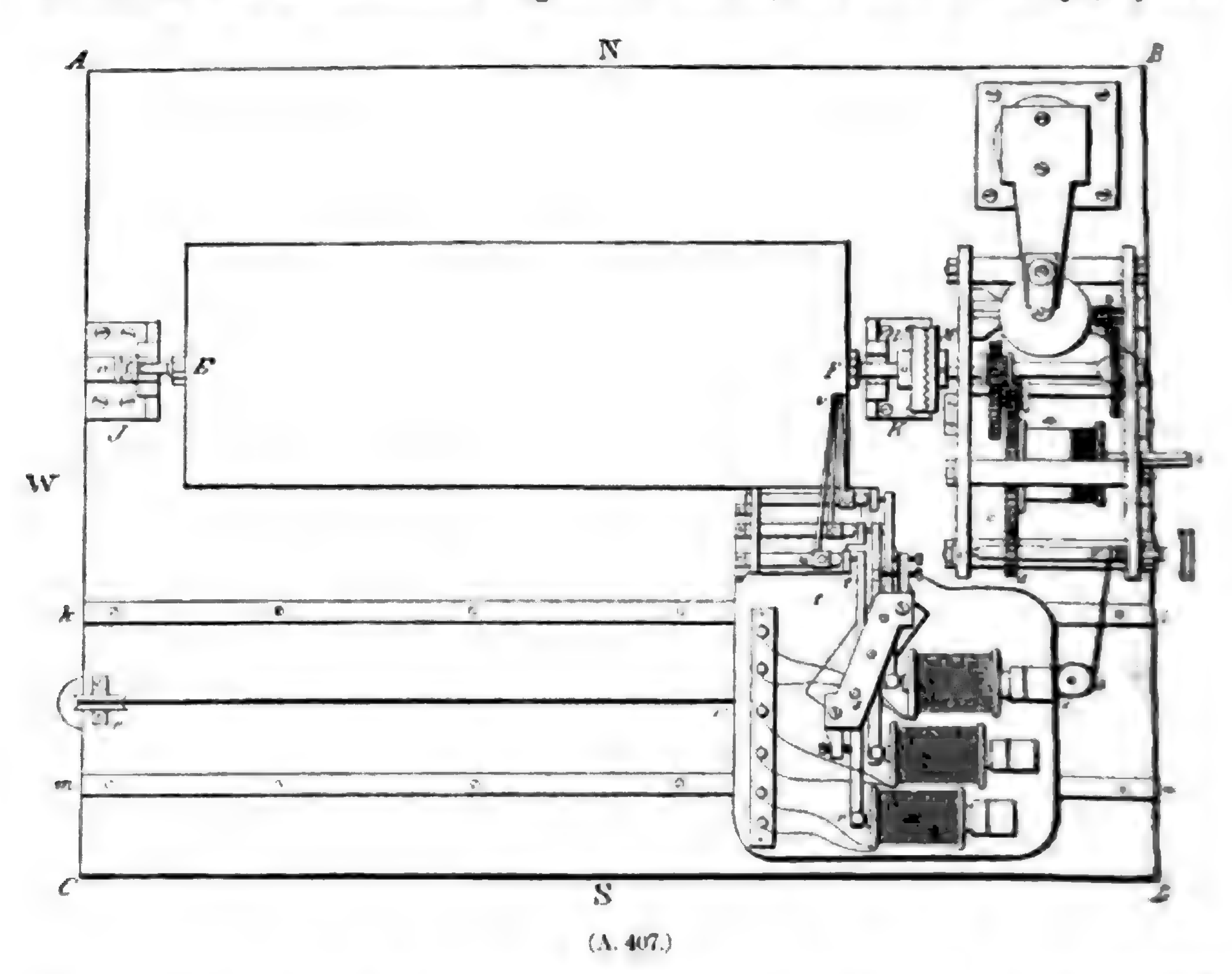
Die ersten Versuche, die in dieser Richtung angestellt wurden, beziehen sich auf astronomische Längenbestimmungen, indem ums Jahr 1846 Sterndurchgänge zwischen Washington und Philadelphia telegraphirt wurden. Sodann wurden die Uhrschläge direkt durch einen Stromschluss übermittelt und während dieser Arbeiten kam (1848) BOND, der damalige Director des Harvard College Observatory (America Mass.) auf die Idee, einen automatischen Stromunterbrecher anzuwenden. Fast gleichzeitig brachte schon MITCHEL in Albany am Dudley Observatory einen Stromunterbrecher an einer gewöhnlichen Pendeluhr an und theilte durch die Pendelschläge einen vorbeigeführten Papierstreifen in gleiche Intervalle. Im Princip war nun bald der Registrirapparat oder Chronograph in unserm Sinne fertig; es galt, das Papier mit regelmässiger Geschwindigkeit unter einem Stift hinzuführen, der seinerseits mit der Uhr so in Verbindung steht, dass bei jeder Secunde (oder jeder zweiten) ein Niederschlagen stattfindet, wodurch ein sichtbares Zeichen auf dem Papier gemacht wird. Sodann muss derselbe (oder ein zweiter) Stift von dem Beobachter zu gegebener Zeit durch Stromschluss zum Niederschlagen gebracht werden. Man ist dann im Stande, sobald man weiss, welcher Minute und Secunde irgend ein Signal auf dem Papier entspricht, durch Abzählen zu ermitteln, wann der Sternvorübergang oder überhaupt das beobachtete Zeitmoment eintraf, welches der Beobachter durch den zweiten Stift markirte.

Für die Registrirung und ihre Verwerthung sind nun, abgesehen von der Batterie, drei Apparate erforderlich: 1) der eigentliche Registrirapparat, den man auch als Schreibapparat ansehen kann, 2) der Stromunterbrecher, der mit der Uhr verbunden die Secundenschläge überträgt, 3) der Ableseapparat zur genauen Ablesung der Signale. Wir werden die hauptsächlichsten Apparate in dieser Reihenfolge besprechen.

1) Der Registrirapparat selbst. MITCHEL benutzte eine kreisförmige Scheibe

von etwa 60 *cm* Durchmesser, auf welcher ein Platt Papier befestigt war. Die Scheibe wurde durch ein Uhrwerk, wie es FRAUNHOFER ursprünglich zur Bewegung des Aequatoreals um die Polaraxe construirt hatte, in gleichmässiger Weise gedreht, sodass eine Umdrehung genau in einer Minute erfolgte. Alle zwei Secunden fand Stromschluss der eingeschalteten Uhr statt, und ein Punkt markirte sich durch den niederfallenden Stift, sodass im Laufe einer Minute ein durch Punkte in regelmässige Intervalle getheilter Kreis entstand. Am Ende jeder Minute erfolgte eine kleine Versetzung des Stifts, sodass der nächste Minutenkreis sich concentrisch mit dem ersten aufzeichnete. Es entstanden so eine Anzahl concentrischer punktirter Kreise und auf diesen wurde dann durch Niederfallen eines zweiten Stifts das beobachtete Signal gegeben. Der Apparat konnte über zwei Stunden in Bewegung gehalten werden, die Intervalle zwischen den beiden benachbarten Secundenpunkten wurden daher von der Mitte der Scheibe ausgehend, immer grösser und das nachherige Ablesen trotz des besonders construirten Hilfsapparates mühsam und namentlich von sehr ungleicher Genauigkeit. So hat denn auch dieser Apparat keine Nachahmung gefunden und er ist auch hier nur erwähnt als der erste Versuch eines Registrirapparates, der wirklich mehrere Jahre in Gebrauch war.

Bald nachher entstanden die BOND'schen Cylinderapparate, die noch heute in Amerika fast ausschliesslich angewandt werden, die auch in Europa, speciell



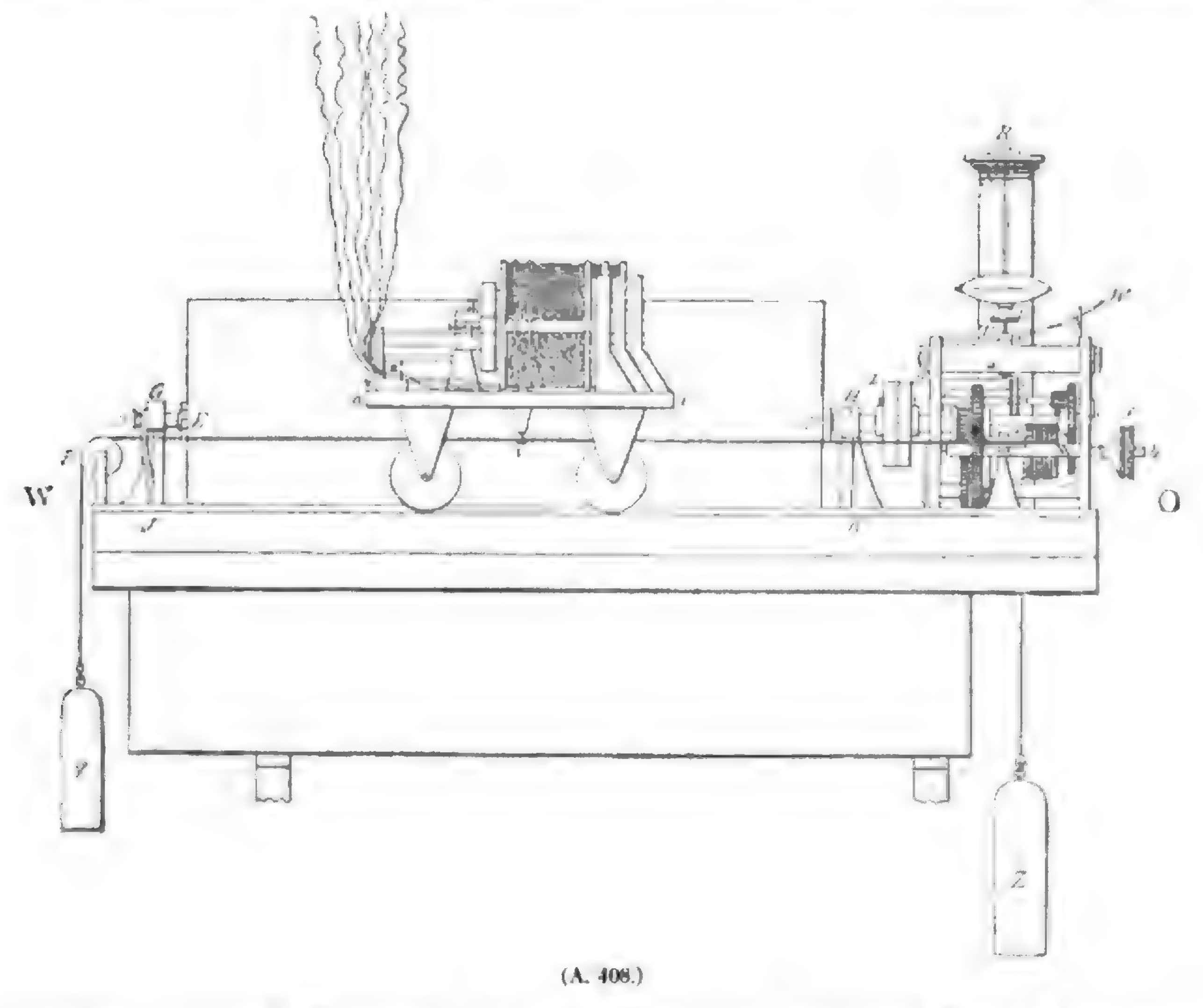
(A. 407.)

in Deutschland gewiss mehr benutzt werden würden, wenn die Kosten derselben nicht so beträchtlich wären. Ihnen gegenüber stehen die Streifenapparate.

Bei den Cylinderapparaten wird ein mit Papier belegter Cylinder durch ein Uhrwerk gleichmässig gedreht und auf einer Schiene ein Electromagnet mit S[illegible] den Cylinder entlang geführt. Eine genaue Beschreibung mag in der Hauptsache der Schrift von C. A. F. PETERS »Bestimmung des Längenuntersch[illegible]

zwischen Altona und Schwerin« entnommen werden. Der hier beschriebene Apparat wurde von KRILLE in Altona angefertigt und die späteren von HIPP (Neuchatel), KNOBLICH (Altona), und die amerikanischen sind im Princip ganz ähnlich, sodass auf die wichtigeren Aenderungen gelegentlich hingewiesen werden kann (Fig. 407).

Der Cylinder *EF* hat eine Länge von etwa 40 *cm*, einen Durchmesser von 15 *cm*. Der Mantel ist von Messingblech und muss natürlich sehr genau abgedreht sein. Für den Gebrauch wird bei den KRILLE-KNOBLICH'schen Apparaten dieser Cylinder mit geschwärztem Kreidepapier umspannt, wogegen die amerikanischen Apparate einfach weisses Schreibpapier in genau passender Grösse



(A. 408.)

fordern. Je nach Benutzung des präparirten oder einfachen Papiers kommen verschiedene Schreibstifte oder Federn in Anwendung. An jedem Ende des Mantels ist ein durchbrochener Boden befestigt, und mitten durch den Cylinder läuft die stählerne, in der Mitte der durchbrochenen Böden befestigte Axe. Ihre cylindrischen Zapfen ruhen bei *G* und *H* in messingenen Lagern, die auf der Grundplatte des ganzen Apparates befestigt sind. Am Zapfen *F* befindet sich das gezahnte Rad *L*, dessen Zähne genau in die Zähne des Rades *M* (Fig. 408) eines Uhrwerks passen. Durch eine Feder am andern Ende des Cylinders wird dieser in der Richtung von *E* nach *F* gedrückt, sodass die Zähne der Räder *L* und *M*, wenn der Cylinder vom Uhrwerk gedreht werden soll, in einander greifen. Soll der Cylinder aus den Lagern gehoben werden, um den Papierbogen abzunehmen oder einen neuen aufzusetzen, so wird die Feder durch Drehung einer Schraube seitlich zurückgebogen, der Cylinder ganz nach *E* geschoben, sodass die Zähne der Räder nicht mehr in einander greifen.

Die Bewegung des den Cylinder drehenden Uhrwerks wird durch ein Kegelpendel *RU* regulirt. Dasselbe ist natürlich innerhalb enger Grenzen regulirbar, aber von vornherein ist das Uhrwerk so gemacht, dass der Cylinder genau in zwei Minuten einen vollen Umlauf vollendet. Zur Unterhaltung der Bewegung dient das Gewicht *Z*, welches wie bei den astronomischen Pendeluhren aufgewunden werden kann, ohne die Bewegung des Uhrwerks zu stören. Bei neuen Apparaten kann nun das Uhrwerk mittelst elektrischen Stromes ausgelöst und in Thätigkeit gesetzt, bezw. gehemmt werden. Hinsichtlich des Regulators bestehen verschiedene Constructionen. So verwendet Hipp eine vibrirende Feder, welche, an einem den Cylinder bewegenden Rade angebracht, mit einem Ansatzstück in die Zähne eines zweiten Rades eingreift, und wo dann die Vibration durch verschiebbare Gewichte regulirt werden kann. Ferner werden, wie bei den Uhrwerken der Aequatoreale, auch Reibungsregulatore angewandt, die darin bestehen, dass bei beschleunigter Bewegung eine grössere Reibung entsteht, sodass dann wieder die Bewegung in der geforderten Weise verzögert wird.

Während sich nun die Walze dreht, müssen die Schreibstifte regelmässig ihr entlang geführt werden, damit die Signale auf andere Stellen des Papiers kommen. Und ebenso wie die Drehung eine durchaus gleichmässige sein muss, so muss es auch diese Fortbewegung sein. Es greift nun hierzu bei dem Krille'schen Apparat das gezahnte Rad *c* (Fig. 407) in ein Rad *d*, welches auf der Welle *ef* befestigt ist. Von dieser Welle wickelt sich alsdann die Darmsaite *ghz* ab, die bei *h* um eine Rolle geführt und bei *z* an einem kleinen Wagen *io* befestigt ist. Dieser Letztere trägt die Electromagnete mit den Schreibstiften. Er ruht auf 4 Rädern, die sich auf den Eisenschienen *kl* und *mn* bewegen. Unter der Mitte der Wagenplatte ist bei *z* eine zweite Darmsaite befestigt, die an der Kante des den Apparat tragenden Tisches bei *p* über eine Rolle geführt ist und unten das Gewicht *q* trägt. Durch diese wird der Wagen in der einen Richtung mit solcher Geschwindigkeit fortbewegt, wie es die Abwickelung der Saite *ghz* von der durch das Uhrwerk gedrehten Welle *ef* gestattet. So durchlaufen die Schreibstifte, wenn die Bewegung des Wagens *io* nicht unterbrochen wird, die ganze Länge des Cylinders. Mit Hilfe des Knopfes *f* kann nun die Saite *ghz* wieder auf die Welle *ef* gewunden werden, indem sich im Rade *d* ein Sperrhaken befindet, durch den die Welle nach einer Richtung gedreht werden kann, die der Bewegung dieses Rades durch das Uhrwerk entgegengesetzt ist.

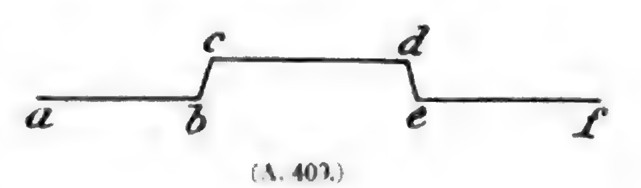
Die Signalgeber sind, wie schon angedeutet, bei verschiedenen Apparaten ebenfalls sehr verschieden.

Krille hat folgende Construction. Ein messingner Arm *rst* (Fig. 407) dreht sich bei *s* um eine senkrechte Axe, und trägt bei *r* ein Eisenstück, auf das der Electromagnet wirken kann. Die Bewegungen des Arms sowohl bei der Annäherung zum Electromagneten, als bei der Entfernung von demselben sind durch Anschlagstifte beschränkt. Bei *t'* wird gegen den Arm *rt* ein kleiner stählener Cylinder *u't'* mittelst einer gegen *u'* wirkenden Feder gedrückt. Dieser Cylinder kann nämlich in der Richtung seiner Längsaxe in zwei Lagern verschoben werden, die sich in zwei auf der Wagenplatte *co* befestigten Messingplatten befinden. Auf dem stählernen Cylinder *u't'* ist der Träger *uv* des Zeichenstifts mittelst einer Hülse bei *u* aufgesteckt und durch eine Klemmschraube befestigt. Durch diese Hülsen können die Entfernungen der Zeichenstifte von einander in der Längsrichtung des Cylinders verändert werden. Im Arm *uv* befindet sich bei *v* ein Loch und durch dieses ist ein Messingstift gesteckt, der nach oben und unten etwas heraussteht und mit einer kleinen

Schraube festgeklemmt werden kann. Am unteren Ende trägt jeder Stift eine Diamantspitze. Durch Verschieben des Stifts im Loche v kann man den Abstand der schreibenden Diamantspitze von dem Cylinder $u't'$ verändern. Die Spitzen werden nun in der Weise berichtigt, dass sie, wenn sie auf dem Papier ruhen, mit dem der Cylinder umspannt ist, und der Wagen io darauf fortbewegt wird, auf dem Cylinder ein und dieselbe gerade Linie zeichnen. Ist diese Berichtigung nicht ganz strenge ausgeführt, so wird allerdings die Bestimmung von Rectascensions**unterschieden** verschiedener Sterne noch nicht fehlerhaft, ebenso wie es auch gleichgültig ist, ob das Niederfallen des Secundenstiftes genau zugleich mit dem wirklichen Secundenschlag zusammenfällt oder nicht. Aber es muss vorausgesetzt werden, dass die Stellung der Stifte stets die gleiche bleibt, sodass sich dieser Fehler nicht während einer zusammengehörigen Beobachtungsreihe verändert. Man wird daher von Zeit zu Zeit die Stiftcorrection, auch Stiftparallaxe genannt, bestimmen. Handelt es sich um absolute Zeitbestimmungen, so muss die etwa bestehende Differenz in Rechnung gezogen werden. Das gleiche gilt von allen Registrirapparaten mit mehreren Schreibstiften, also auch von den nachher zu besprechenden Streifenapparaten.

Wenn der Cylinder abgenommen werden muss, so lassen sich auch die Stiftarme zur Seite legen.

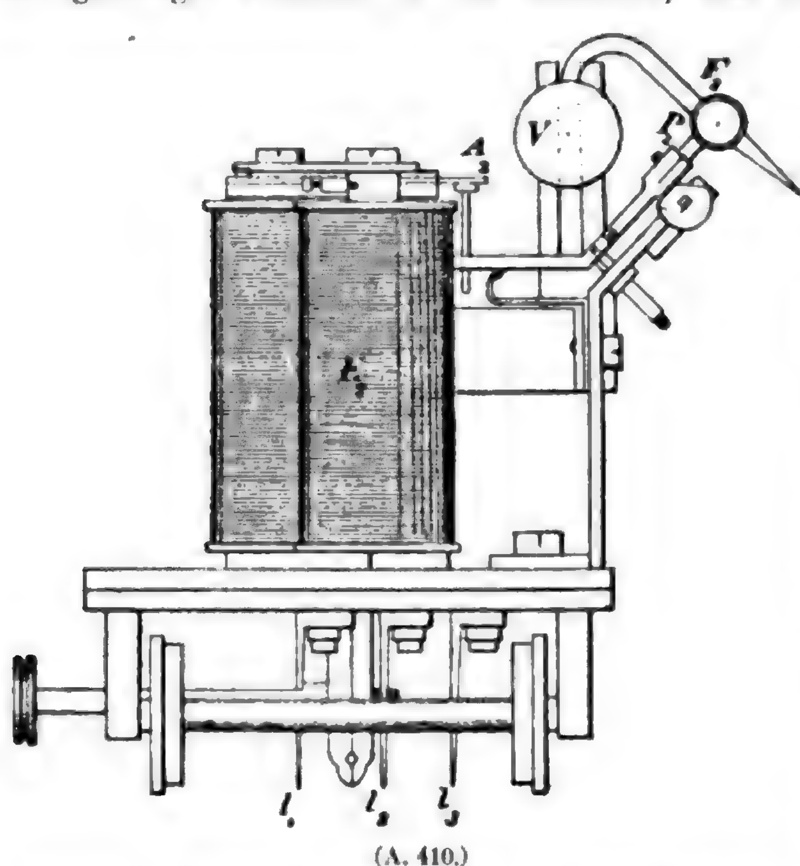
Die Diamantspitzen der Schreibstifte durchschneiden nun, wenn sie sich auf dem Cylinder hinbewegen, die geschwärzte Oberfläche des Kreidepapiers und bilden feine weisse Linien, die auf dem schwarzen Grunde scharf und deutlich hervortreten. Ruht die Diamantspitze auf dem Cylinder, so beschreibt sie bei der Drehung des Cylinders um seine Axe und der Fortbewegung des Wagens eine Schraubenlinie, die nach Abwickelung des Papiers vom Cylinder als gerade Linie erscheint. Wird nun der Strom geschlossen, so wird das bei r befindliche Eisenstück vom Electromagneten angezogen und es dreht sich der Arm rt um die Axe s, wodurch dann der kleine Cylinder $rt'u'$ mit seinem Schreibstift verschoben wird, die früher gerade Linie ab wird nach c ausgezogen und läuft nun in der Richtung nach d weiter, bis wieder der Strom unterbrochen wird. Dann drückt die Feder bei u' den Cylinder $u't'$ wieder in seine frühere Lage und der Stift zeichnet die abgebrochene Linie ab in der gleichen Richtung ef weiter (Fig. 409).



(A. 409.)

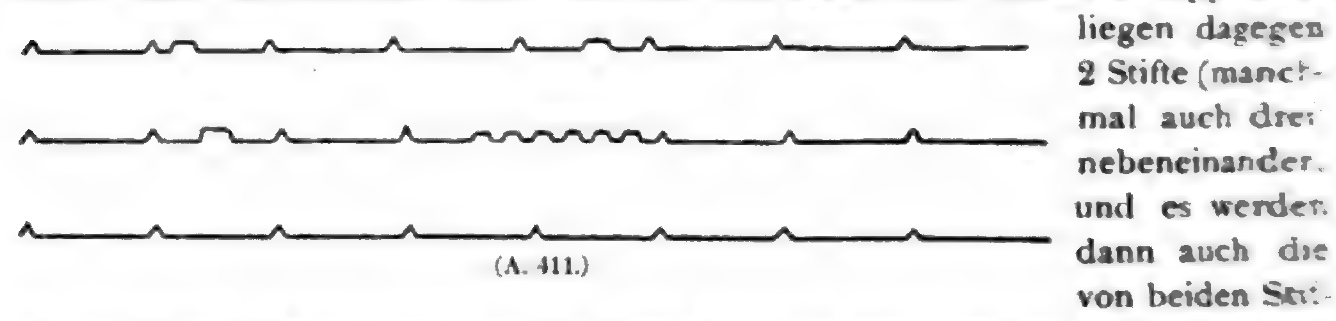
Anstatt der Diamantspitzen und des geschwärzten Papiers wird nun an anderen Apparaten gewöhnlich weisses Papier angewendet, auf dem die Signale mit Dinte oder farbiger Flüssigkeit durch eine feine Feder verzeichnet werden. Eine solche Schreibfeder ist in Fig. 410 nach HIPP dargestellt. F_2 ist eine gläserne Capillarröhre, welche in dem Metallstück P_2 mit Schräubchen befestigt ist. Diese Feder taucht mit dem hinteren Ende in ein Gefäss V, welches mit farbiger Flüssigkeit gefüllt ist, während das vordere Ende in feiner Spitze auslaufend auf dem Cylinder streift. Jedesmal nun, wenn der Strom den Electromagneten durchläuft, wird die Feder ebenso wie oben der Stift aus der Normallage gelenkt und zeichnet dann ein zackiges Signal auf dem Papier. Es ist keine Frage, dass die Verwendung gewöhnlichen Papiers eine grosse Bequemlichkeit bietet, und dass die Farbschrift das Auge bei der Ablesung weniger angreift, als die feine weisse Linie, aber es darf andererseits nicht unerwähnt bleiben, dass die Farbschrift durch das Auslaufen störende Nachtheile im Gefolge hat, wie z. B. die grössere Unsauberkeit und die dadurch hervorgerufene geringere

Schärfe der Signale. Neuerdings kommen feine Metallfedern in Gebrauch, die bei gehöriger Vorsicht in der Mischung und Dicke der Flüssigkeit von jenem Nachtheile frei sein sollen.



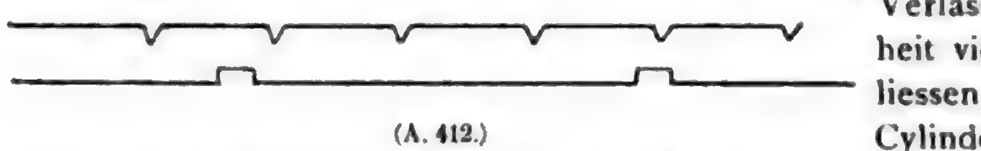
(A. 410.)

In Amerika benutzt man nur einen Schreibstift, der zugleich von der Uhr und vom Beobachter gebraucht wird. Dadurch wird eine viel grössere Einfachheit erreicht, und es liegen sämmtliche Signale nur in einer Linie. Da der mit dem Handtaster bewirkte Stromschluss nicht so momentan erfolgt, wie der von der Uhr, so sind die Signale äusserlich nicht zu verwechseln, wie die Fig. 411 zeigt, wo die in regelmässigen Abständen gegebenen Zeichen von der Uhr, die längere Reihe sowie die breit ausgebogenen vom Beobachter herrühren. Ein nicht zu verkennender Uebelstand liegt aber darin, dass es nicht allzu selten vorkommt, dass Beobachtungs- und Uhrsignale zusammenfallen und erstere dann unbrauchbar sind. Bei den Hipp'schen und deutschen Apparaten liegen dagegen 2 Stifte (manchmal auch drei) nebeneinander, und es werden dann auch die von beiden Stiften gegebenen Signale nach verschiedener Richtung gezeichnet, z. B. wie Fig. 412.



(A. 411.)

Die Streifenapparate können als vervollkommnete Morse-Telegraphenschreibapparate angesehen werden. Auf die frühesten dieser Apparate, die an Verlässlichkeit und Einfachheit viel mehr zu wünschen liessen, als es die ersten Cylinderapparate thaten, soll hier nicht eingegangen werden. Es mag genügen, auch hier einen neueren Apparat zu beschreiben und zwar den von Fuess in Steglitz hergestellten, und dabei gelegentlich auf verschiedene andere Constructionen von Mayr und W... (Wien), Hipp (Neuchatel), Fecker (Wetzlar) hinzuweisen.

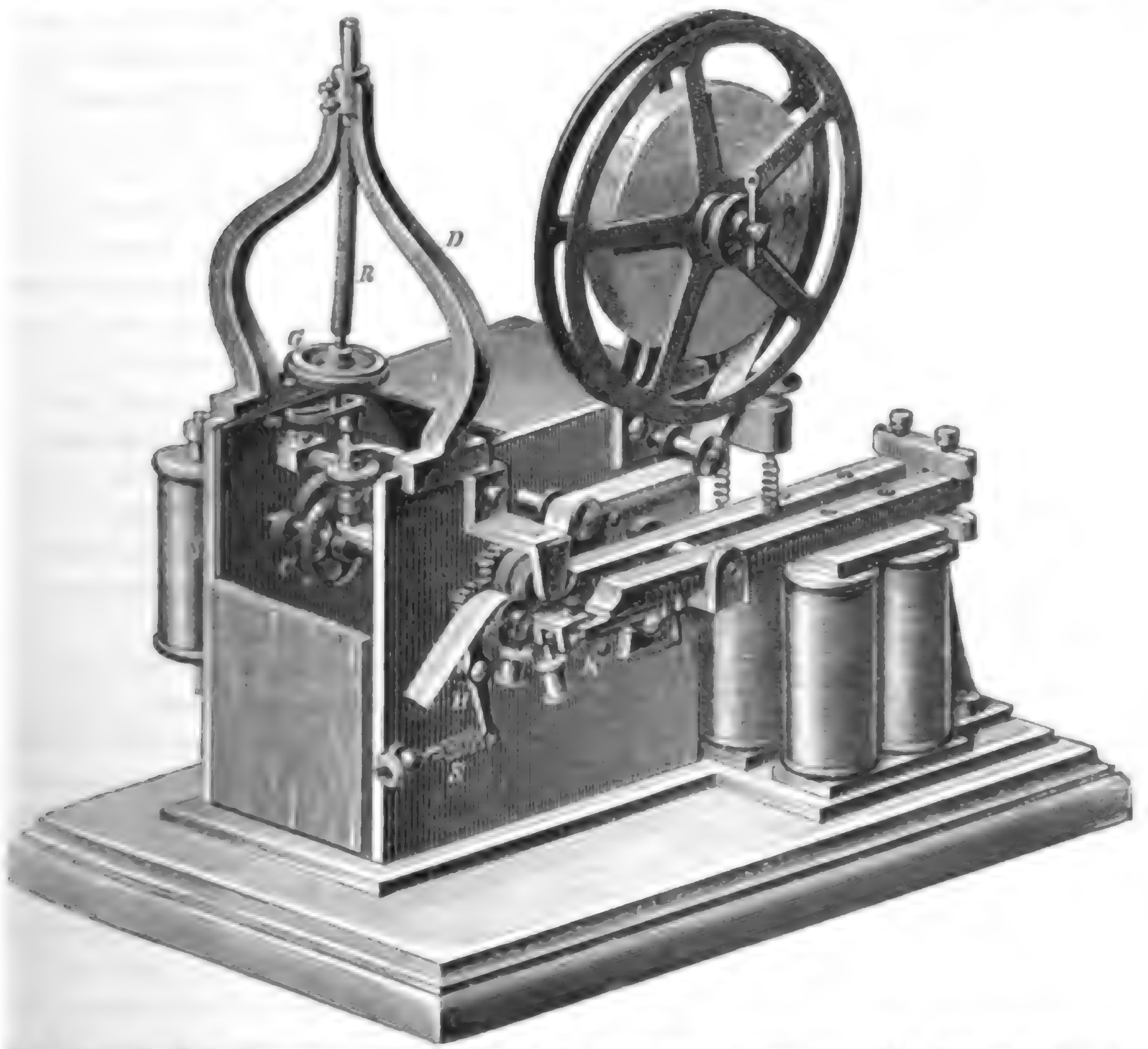


(A. 412.)

Fig. 413 giebt ein deutliches Bild des Streifenapparates, der in seinem Aeusseren dem gewöhnlichen Telegraphenapparat durchaus ähnlich ist. Das Laufwerk ist von gleicher Construction wie das der im Telegraphendienst gebräuchlichen Siemens'schen Normalschreiber. Durch ein an stählerner Gelenkkette wirkendes Gewicht von 14 *kg* Schwere getrieben, wird es durch einen Windflügelregulator in gleichmässiger Geschwindigkeit erhalten. Der Papierstreifen wird durch eine ausserhalb des Laufwerks befindliche Walze fortgezogen.

und zwar so, dass in der Minute etwa 60 *cm* des Papierstreifens abläuft, die Secundenlänge also etwa 1 *cm* beträgt.

Eine andere Regulatorvorrichtung (hier abgebildet) (Fecker) hat sich ebenfalls sehr bewährt. Sie ist in folgender Weise angeordnet. Das letzte Getriebe des Uhrwerks trägt in der Mitte seiner Welle ein feingezahntes Kronrad *C*, das eine vertical stehende Spindel durch den Trieb *t* in schnelle Umdrehung versetzt.

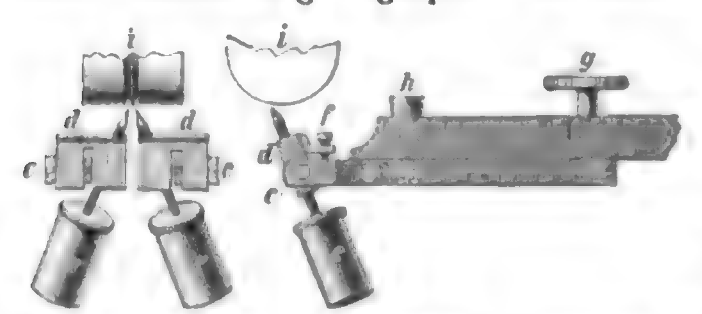


(Aus »Zeitschrift für Instrumentenkunde, Berlin, J. Springer, Jahrg. VII, 1887, Mai, pag. 171.«)
(A. 413.)

Auf der oberen Seite des Uhrgehäuses, aus welchem die Spindel hervorragt, ist auf derselben ein Mitnehmerstück *m* befestigt, welches in einem radialen Schlitz das untere Ende des Pendels aufnimmt. Letzteres hat nun seinen Drehpunkt in einer genau senkrecht über der Spindel befindlichen Oeffnung des auf dem Gehäuse aufgeschraubten Bügels *D*, und besteht aus der Pendelstange *R* und dem verschiebbaren Gewicht *G*. Um der Pendelstange die bei der raschen Drehung erforderliche Elasticität zu geben, ist dieselbe aus zwei nebeneinander aufgewickelten Spiralfedern hergestellt, an deren Ende kurze Stahlstückchen angenietet sind, welche in die Oeffnungen des Bügels und des Pendelgewichtes passen. Anfänglich kamen anstatt der Spiralfedern besonders präparirte dünne Stahlstangen zur Anwendung, die aber doch mehrfach brachen, was bei den Federn kaum vorkommt. Wird nun durch das Triebwerk die Spindel mit dem Mitnehmer in Rotation versetzt (und zwar beträgt die Zahl der Umdrehungen in der Secunde 8—10), so wird in Folge der dadurch hervorgerufenen Centrifugal-

kraft das Pendel nach aussen gebogen und beschreibt eine kegelförmige Rotationsfläche. In dieser Fläche erleidet die Feder in jedem Augenblick eine neue Biegung. Der von der Feder gegen diese Biegung ausgeübte Widerstand fordert zu seiner Ueberwindung eine mechanische Arbeit, welche mit der Grösse des Weges den jeder Punkt der Feder zurückzulegen hat, zunimmt. Wird nun in Folge einer Verringerung des Widerstandes in dem getriebenen Mechanismus die Geschwindigkeit der Rotation grösser, so wird durch die wachsende Centrifugalkraft das Gewicht weiter hinausgeschleudert, die Feder wird stärker nach aussen gebogen und es wächst der Widerstand, den dieselbe der Bewegung innerhalb der Rotationsfläche entgegenstellt. Dadurch wird die Schwankung in der Rotationsgeschwindigkeit wieder ausgeglichen. In ähnlicher Weise nimmt bei verringerter Rotationsgeschwindigkeit auch der Widerstand der Feder gegen die von ihr auszuführende Bewegung ab, und es tritt auch hier ein Ausgleich ein. Man hat beim Einsetzen der Spiralfeder nur darauf zu achten, dass sie genau auf die Mitte der Spindel zeigt, wenn sie nicht durch den Mitnehmer seitwärts ausgebogen ist.

Die Markirung der Signale geschieht bei den FUESS'schen Registrirapparaten durch nadelförmig zugespitzte Schrauben *e* (Fig. 414), die durch Anziehen der Anker in dem fortrollenden Papierstreifen Punkte einstechen. Diese Schrauben befinden sich in leicht beweglichen Metallstücken, wodurch sie selbst bei längerem Stromschluss durch das fortrollende Papier zurückgelegt werden, sodass das Papier nicht festgehalten oder gar von den Spitzen zerrissen werden kann. Die Schrauben, bezw. die Metallstücke, in denen ihr Muttergewinde ist, sind regulirbar, sodass ihr Abstand den Rillen in der Führungsrolle des Papiers entspricht, und auch die Spitzendifferenz constant erhalten werden kann. Bei andern Apparaten geschieht die Markirung der Secunden durch die stark zugespitzten Zähne eines Rades mit 60 Zähnen, wobei dann jeder zehnte Zahn einen Doppelpunkt, der 60ste einen dreifachen Punkt giebt. Die Eintheilung des Streifens ist dadurch natürlich sehr vereinfacht. Indessen genügt es vollkommen, wenn jede 0te Secunde der Minute besonders gekennzeichnet ist, indem bei der jetzigen vollkommenen Regulirung der Bewegung die weitere Eintheilung an einem Maassstab oder einem von 10 zu 10 *cm* getheilten Brett vorgenommen wird. Bei grösseren Secundenintervallen ist natürlich auch das Brett anders zu theilen. HIPP wendet auch bei seinen Streifenapparaten die farbige Flüssigkeit mit Schreibfedern an, wie bei seinen Cylinderapparaten, ebenso wird auch hier die vibrirende Feder zur Regulirung benutzt.

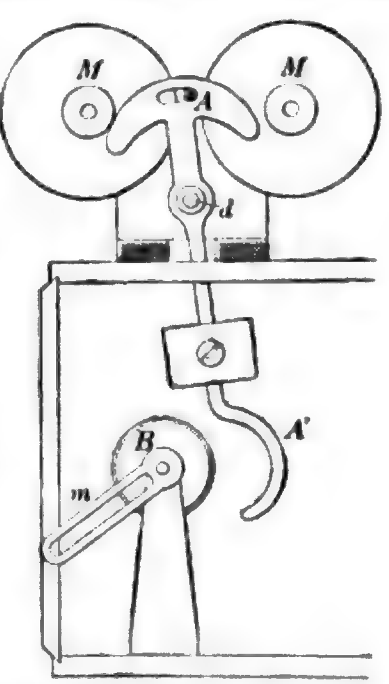


(Aus »Bericht über die Wissensch. Instrumente, von Dr. L. LOEWENHERZ, Berlin, J. Springer, 1880, Fig. 14.«)

(A. 414.)

Von Vortheil ist es, den Apparat vom Beobachtungsstuhl aus in Bewegung setzen und ihn andererseits anhalten zu können. In der Regel werden die Apparate in den Arbeitszimmern der Sternwarte aufgestellt sein, wo sie nicht den starken Temperaturschwankungen des Beobachtungssaals ausgesetzt sind. Dann ist aber die Arretirung in kürzeren Pausen kaum durchführbar, und doch ist die nachherige Theilung und Ablesung erleichtert, wenn der Apparat nur während der Beobachtung selbst in Bewegung gesetzt wird, abgesehen davon, dass dabei auch der Verbrauch des Papiers gespart und das Aufsetzen neuer Streifen seltener

nöthig wird. Es ist daher eine electrische Ein- und Auslösung des Uhrwerks vom Beobachtungsraum mittelst Taster mit Commutator zur Anwendung gekommen. Fig. 415 zeigt eine solche Vorrichtung. Auf der Rückseite des Registrirapparates befindet sich ein Magnet *M* mit polarisirtem Anker *A*. Durch einen im Innern des Tasters (oder an passender Stelle der Verkleidung des Fernrohrpfeilers) befindlichen Commutator wird der electrische Strom abwechselnd in entgegengesetzter Richtung durch die auf dem Magneten befindlichen Spulen geleitet, sodass sich der Anker in Folge des dadurch verursachten Polwechsels abwechselnd gegen den einen und den anderen Pol anlegt. Mit dem Anker ist nun um eine verticale Axe *d* drehbar der Arretirungsbügel *A'* verbunden. Wenn der Anker am rechten Pol anliegt, wo er auch durch den eigenen Magnetismus festgehalten wird, solange kein Strom durch die Spulen läuft, drückt er mit seinem halbkreisförmigen Ende gegen eine oberhalb des Triebes *t* auf der Regulatorspindel befestigte Bremsscheibe, und die Bewegung des Uhrwerks ist verhindert. Liegt der Anker dagegen gegen den linken Pol, so ist die Bremsscheibe frei und das Uhrwerk setzt sich in Bewegung. So einfach diese Einrichtung ist, so wird man sich doch in der Praxis, so oft es die Beobachtungen gestatten, von der prompten Leistung überzeugen, da das Versagen der Auslösung zu unangenehme Folgen hat. Für das rechtzeitige Aufziehen des Uhrwerkes empfiehlt sich unter dem Gewicht auf dem Fussboden, oder besser noch in einiger Höhe über dem Fussboden eine durch das herabgehende Gewicht zu schliessende Contactvorrichtung anzubringen, welche mit einem Läutewerk in Verbindung steht, sodass der entfernte Beobachter durch das Ertönen der Klingel rechtzeitig benachrichtigt wird.



(Aus »Zeitschrift f. Instrumentenkunde, Berlin, J. Springer, Jahrg. VII, 1887, Mai, pag. 173.«)

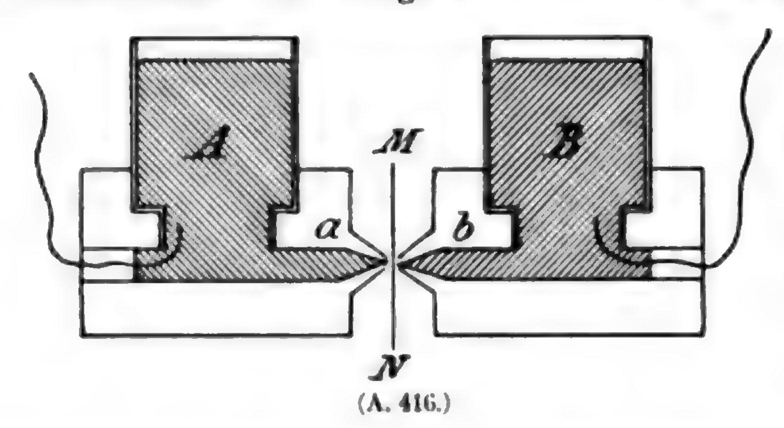
(A. 415.)

2) Der Stromunterbrecher.

Käme es nicht darauf an, den Gang der Uhr durch die Einschaltung in den Stromkreis thunlichst unbeeinflusst zu erhalten, so würde sich der Stromunterbrecher schon in äusserst einfacher Form herstellen lassen. Es ist nur nöthig einen der Leitungsdrähte an irgend einer metallischen Stelle des Uhrwerks anzulegen, den andern aber dem Pendel so nahe zu bringen, dass bei jedem Hin- und Herschwingen des letzteren ein Contact hergestellt wird, der aber beim Weitergehen des Pendels sofort wieder unterbrochen wird Die ersten Anfänge sind auch in dieser Weise gemacht. Aber es wird durch eine solche fortgesetzte Berührung des Pendels, abgesehen davon, dass für die Markirung der Secundenschläge auf dem Registrirapparat bei so einfacher Einrichtung ein recht kräftiger Strom gebraucht wird, natürlich der Gang der Pendeluhr stark verändert. Man hat daher verschiedene mehr oder minder complicirte Einrichtungen ersonnen, die thunlichst die Uhr nicht schädigen. In der Regel wird man aber auch die besten Stromunterbrecher nicht mit der Hauptuhr der Sternwarte in Verbindung bringen, sondern für die Bedienung des Registrirapparates eine andere Arbeitsuhr gebrauchen. Unter den sehr zahlreichen Stromunterbrechern mögen hier nur drei besprochen werden, welche sich, sei es durch ihre Einfachheit empfehlen,

sei es dadurch, dass sie die Forderungen hinsichtlich der Nichtbeeinflussung des Ganges am meisten erfüllt haben.

Zuerst ist die von KRILLE in Altona angegebene Vorrichtung zu erwähnen. Bei derselben wird der Strom abwechselnd eine Secunde lang geschlossen und unterbrochen. Im Uhrgehäuse werden zwei mit Quecksilber gefüllte Gefässe *A*, *B* so neben der Uhr befestigt, dass die von ihnen auslaufenden Glasröhren *a*, *b* der Ankerwelle der Uhr parallel sind und mit dieser nahezu gleich hoch liegen (Fig. 416). Die Glasröhren laufen in feine Canäle aus, und werden einander so nahe gebracht, dass das in ihnen befindliche Quecksilber nicht auslaufen kann, sondern eine zusammenhängende Masse bildet.



(A. 416.)

In diese beiden Gefässe, die in Elfenbeinstücken ruhen, sind die Leitungsdrähte der Batterie bezw. des Registrirapparates eingeführt, und solange das Quecksilber der beiden Röhren in Berührung steht, ist der Strom geschlossen. Nun ist an der Ankerwelle ein kleiner metallener Arm befestigt, der ungefähr bis an den Zwischenraum der beiden Elfenbeinstücke reicht, und am andern Ende ein Gegengewicht trägt, sodass sein Schwerpunkt in die Drehungsaxe der Ankerwelle fällt. Am Ende dieses Arms ist ein äusserst dünnes Glimmerblättchen *MN* angebracht, dessen Flächen senkrecht zur Richtung des durch die Glasröhren hergestellten Quecksilberfadens sind und welches diesen Faden in seiner Mitte so durchschneidet, dass der Durchschnitt die Kante des Blättchens berührt, wenn das Pendel die Lothlinie passirt, mithin sich am schnellsten bewegt. Wenn sich nun das Pendel von der Lothlinie aus nach derjenigen Richtung bewegt, bei welcher das Glimmerblättchen sich senkt, so bleibt die metallische Verbindung zwischen den beiden Quecksilbergefässen so lange unterbrochen, bis das Pendel von der grössten Ausweichung zurückkehrend wieder die Lothlinie erreicht. In der folgenden Secunde wird das Glimmerblättchen den Quecksilberfaden nicht oder nur theilweise durchschneiden, und die Verbindung wird daher nicht unterbrochen. Das Glimmerblättchen lässt sich nun mit Schrauben derartig feststellen, dass die auf einander folgenden Secundenlängen einander gleich sind. Wenn dies nun auch nicht mit voller Schärfe gelingt, so wird ein Fehler in der Ablesung nicht entstehen, wenn man bei der Ablesung immer das Zweisecundenintervall in Unterabtheilungen theilt, nicht aber die einzelnen Secunden, eine Vorsicht, die sich bei allen derartigen Einrichtungen empfiehlt. Es ist nicht schwierig bei diesem Apparat durch ein gezahntes Rad eine Markirung des Beginns der neuen Minute anzubringen, um das Abzählen der einzelnen Secunden zu erleichtern.

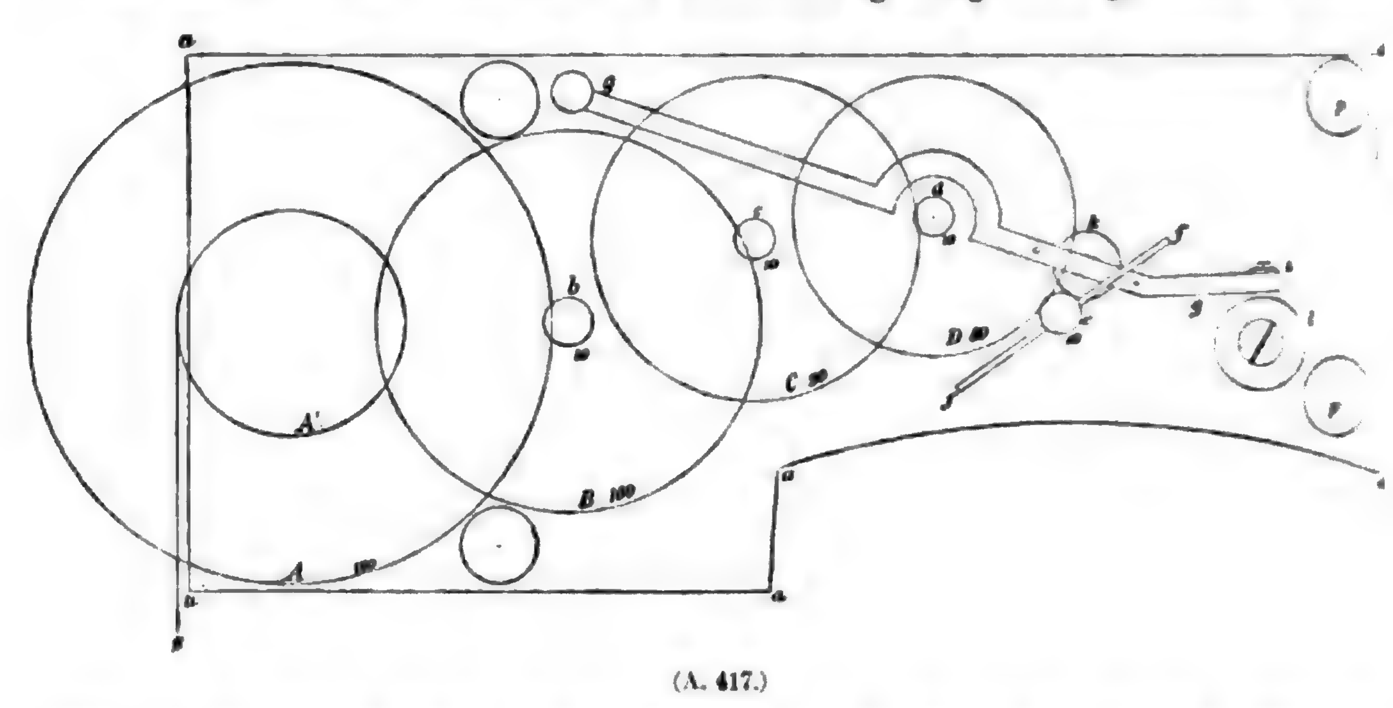
Eine andere Einrichtung, die sich im langen Gebrauch bewährte, ist von KNOBLICH getroffen. In gleicher Höhe mit der Axe des Ankers und ihr parallel ist in einem Abstand von 114 *mm* eine zweite Axe angebracht, um welche sich ein feiner Hebel ein wenig drehen lässt. Der Hebel hat sehr ungleiche Arme, indem der der Ankeraxe zugewendete Arm 95 *mm*, der andere nur 15 *mm* lang ist. Der letztere trägt nun ein kleines Metallstück, über dem sich eine feine verstellbare Spitze befindet. Ist nun der Hebel sich selbst überlassen, so fällt der längere Hebelarm herunter, während das kleine Metallstück sich hebt, bis es

durch die Spitze aufgehalten wird. In dieser Lage ist der Contact durch die Berührung des Metallstückes mit der Spitze hergestellt, und der zugeführte Strom bleibt solange geschlossen, als der längere Arm nicht gehoben wird. Dabei befindet sich dann der Hebel in horizontaler Lage. Nun ist ferner an der Axe des Ankers selbst nach dem Hebel zu ein feiner Stahlstab von 24 *mm* Länge senkrecht zur Pendelstange angebracht. Ist nun das Pendel vertical, so liegt dieser kleine Stab horizontal und berührt mit seinem Ende gerade noch das Ende des längeren Hebelarms. Ist aber das Pendel in Folge seiner Schwingung an der dem Hebel abgewandten Seite der Verticalen, so ist dann das Ende des Stabes niedriger als das Ende des Hebelarms, und der Contact ist ungestört. Geht nun aber das Pendel nach der andern Seite der Verticalen, so steigt dann das Ende des Stabes höher als das Ende des Hebelarms in seiner Ruhelage, hebt den Arm und unterbricht damit den Contact. Bei genauer Justirung muss also das Pendel abwechselnd den Strom eine Secunde lang schliessen und eine Secunde lang unterbrechen. Dieses einfache Princip ist in der Ausführung allerdings complicirter. Denn es wirkt der kleine Stab zunächst nicht unmittelbar auf das Ende des Hebelarms. Der letztere läuft in eine feine Gabel aus, auf welcher eine kleine in der Mitte einer feinen Scheibe gefasste Kugel liegt. Ruht nun die Kugel mit ihrer Scheibe auf der Gabel, so hat diese Seite des Hebels das Uebergewicht, und der Strom ist geschlossen. Wird die Kugel aber gehoben, so hat der andere Arm das Uebergewicht, das kleine Metallstück sinkt herab, und der Strom ist unterbrochen. Der kleine Stahlstab an der Axe des Ankers endet seinerseits in einem kleinen Ring, der genau unter die Kugel passt. Die Kugel wird nun jedesmal eine Secunde lang durch den Ring gehoben und dabei muss sich ja dann auch der Hebelarm heben. Ist der Stab in der horizontalen Lage, so übergiebt er die Kugel wieder der Gabel und während der folgenden Secunde bleibt sie auf ihrer Scheibe liegen. Die Spitze ist von Gold ebenso wie das Metallstück, welches die eigentliche Herstellung des Contacts bewirkt. Monatelang kann die Vorrichtung ganz unberührt bleiben, dann ist aber in der Regel ein störender Belag bemerkbar, manchmal auch selbst das Goldplättchen durchschlagen. Die Reinigung, bezw. die Verschiebung des Plättchens, sodass die Spitze mit einer andern Stelle zur Berührung kommt, ist nicht schwierig, aber immerhin doch in der Regel mit einer Störung im Uhrgange verbunden. Abgesehen aber von diesem Uebelstand leistet der sehr sinnreiche und feine Apparat Vorzügliches. Wie auch bei andern Vorrichtungen wird hier direkt nur ein ganz schwacher Strom, 1 Meidinger Element, geschlossen, es würde derselbe daher auch nicht zur direkten Bedienung des Registrirapparates ausreichen; durch die Einschaltung eines Relais wird dann ein Strom von beliebiger Stärke auf den Registrirapparat übertragen.

Die vollkommenste Einrichtung ist nun aber bis jetzt der HANSEN'sche Stromunterbrecher. Hier wird die Arbeit des Schliessens und Oeffnens des Stroms der Uhr gänzlich abgenommen und einem besonderen Räderwerk zugetheilt, welches seine eigene Triebkraft besitzt und nur von der Uhr ausgelöst zu werden braucht. Das Auslösen dieses Werkes lässt sich so einrichten, dass es der Uhr nicht die mindeste Kraft raubt. Der HANSEN'sche Stromunterbrecher ist zwar durch die Einführung dieses Räderwerks kostspielig, wer aber Gelegenheit hatte, lange Zeit mit Registrirapparaten zu arbeiten und dabei sehr verschiedene Unterbrecher zu benutzen, wird die kaum je versagende Einrichtung nur anerkennen. Die Beschreibung ist in der Schrift »Bestimmung der Längendifferenz zwischen den Sternwarten zu Leipzig und Gotha im April 1865 von C. BRUHNS und

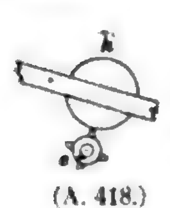
A. Auwers, mit Einleitung von P. A. Hansen« Abth. d. k. Sächs. Ges. d. Wissensch. Bd. XIII, gegeben, und da dieselbe nicht gerade leicht zugänglich ist, so erscheint es vortheilhaft, hier das Wesentliche derselben mitzutheilen.

Fig. 417 zeigt die hintere Platte *aa* . . . des Contactwerkes von vorne gesehen. Sie liegt mit der hinteren Platte des Uhrwerks in einer Ebene und befindet sich oberhalb derselben mit Schrauben gehörig befestigt, sodass beide



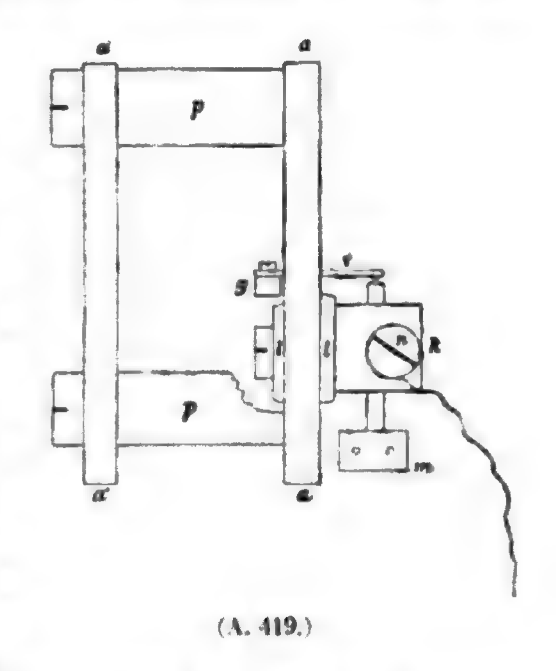
(A. 417.)

Werke fest mit einander verbunden sind. *A* ist das erste, oder das Walzrad mit 120 Zähnen, *A'* die Walze, die die Schnur mit dem Gewicht aufnimmt, *s* bezeichnet einen Theil dieser Schnur oder Darmsaite. Das Walzrad trägt noch das Gesperr und die Hilfsfeder nebst der Stellung in der allgemein üblichen Weise. Das Walzrad *A* greift in das Getriebe *b* von 10 Zähnen, das an diesem befestigte Rad *B* von 100 Zähnen in das Getriebe *c* von 10 Zähnen, das an diesem befestigte Rad *C* von 90 Zähnen in das Getriebe *d* von 10 Zähnen, und endlich das an diesem befestigte Rad *D* von 80 Zähnen in das Getriebe *e* von 10 Zähnen. In Folge dessen macht das Getriebe *e* 8640 Umläufe, während das Walzrad *A* einen Umlauf vollbringt, und da, wie man weiter sehen wird, das Getriebe *e* in vier Zeitsecunden einen Umlauf macht, so wird das Walzrad in 9 Stunden 36 Minuten einen Umlauf und im Zeitraum einer Woche 17½ Umläufe machen. Es lässt sich daher leicht einrichten, dass das Contactwerk wie die Uhr selbst etwa 9 Tage in einem Aufzug geht. Am hinteren Ende der Welle des Getriebes *e* ist ein kleiner Cylinder *e* mit 4 Zähnen (Fig. 418) aufgesetzt und zwischen diesem und dem Getriebe selbst der Windfang *ff* (Fig. 417). Nahe der hinteren Platte befindet sich ausserdem der Arm *gg*, der mit der um zwei sehr dünne Zapfen drehbaren Frictionsrolle *h* und der Lamelle *i* versehen ist. Der Arm *gg* sitzt auf einer Welle, deren zwei Zapfen wie die der Getriebe ihre Löcher in den beiden Platten des Contactwerkes haben, und ist in geringer Ausdehnung um diese drehbar. Aus Fig. 417 und 418 ist nun ersichtlich, dass die Frictionsrolle *h* mit den vier Zähnen des Cylinders *e* in Berührung kommt, und es wird dabei der Arm *gg* während eines Umlaufs des Getriebes und des Cylinders *e* viermal ein wenig gehoben, und sich andererseits, sobald der Cylinder *e* eine andere Stellung hat, wie die in der Figur angedeutete, durch seine Schwere ein wenig senken. Hiermit wird der Stromschluss, bezw. die Stromunterbrechung bewirkt, was durch die Fig. 419 ohne weiteres verdeutlicht wird. Hier ist der betreffend



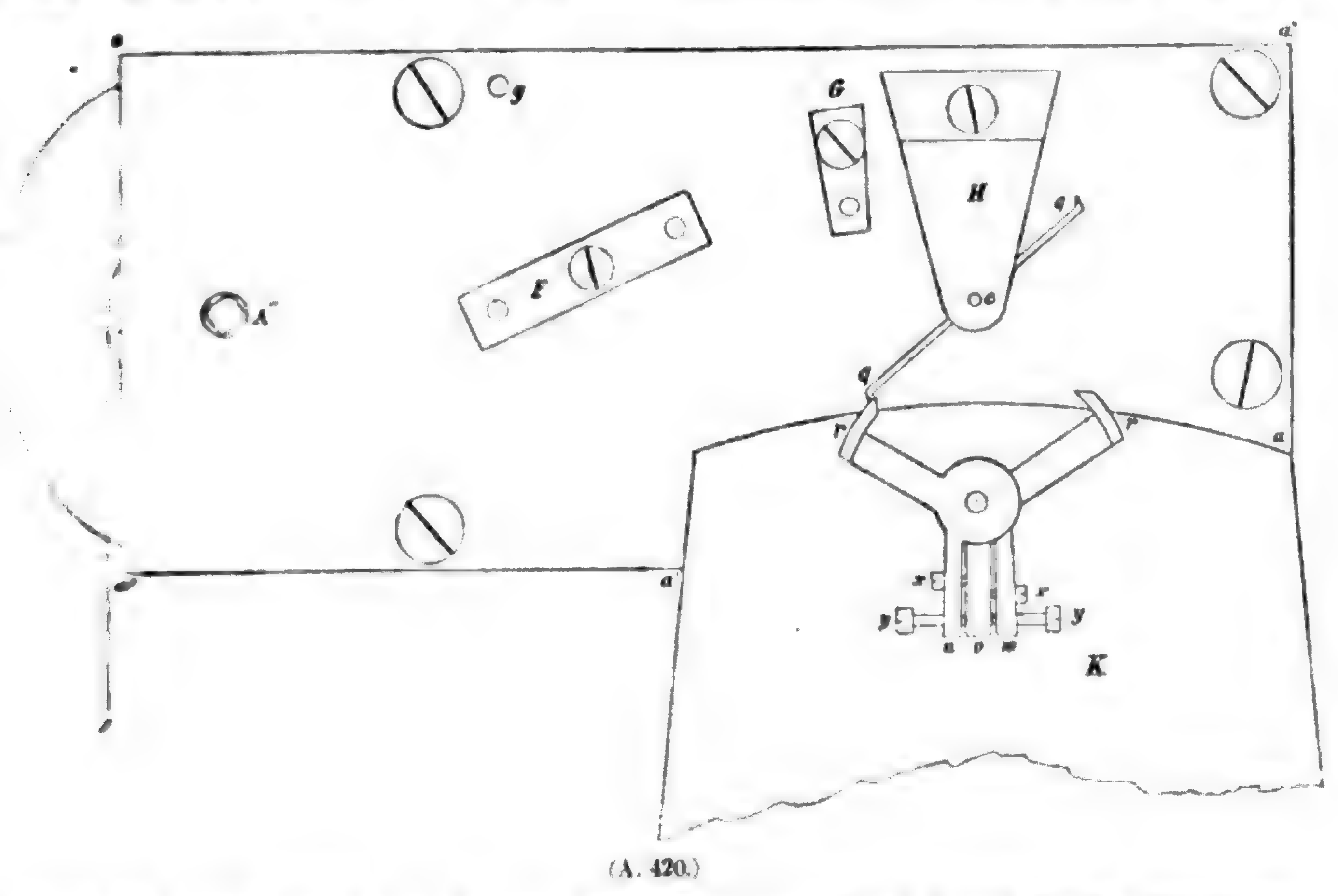
(A. 418.)

Theil des Contactwerkes so dargestellt, wie er sich dem rechts von der Uhr stehenden Beobachter zeigt, sodass *aa* die hintere, *a'a'* die vordere Platte des Contactwerkes angiebt. *i* ist die am Arm *g* befestigte Lamelle, an der unten ein Iridiumplättchen angelöthet ist. Durch 2 Elfenbeinplättchen *l* isolirt, ist an der Platte *aa* ein Messingwürfel *k* angebracht, durch den die Schraube *m* hindurchgeht, an deren oberem Ende ebenfalls ein Iridiumplättchen angelöthet ist. Die Schraube wird nun so gestellt, dass zwischen den Iridiumplättchen ein kleiner Zwischenraum ist, wenn der Cylinder *e* die in Fig. 418 angegebene Stellung hat, wobei sich dann der Arm *gg* auf seinem höchsten Punkt befindet. Wenn nun während der Bewegung die Zähne des Cylinders *e* eine andere Stellung einnehmen, so kommen, indem sich der Arm *gg* senkt, die Iridiumplättchen mit einander in Berührung, bis dann wieder der nächste Zahn von *e* in die vorherige Stellung gelangt. Es werden daher bei jedem Umlauf von *e* die beiden Iridiumplättchen abwechselnd 4 mal in Berührung kommen und getrennt sein. Wird daher an der Schraube *n* ein Leitungsdraht der Batterie, der andere an einem andern Theil der Uhr befestigt, und ausserdem ein Registrirapparat eingeschaltet, so wird während des Umlaufs von *e* der Uhrmagnet des letzteren vier Signale geben.



(A. 419.)

Was nun die Verbindung des Contactwerkes mit dem Uhrwerk betrifft, so dient zur Erklärung Fig. 420. Wir haben hier die vordere Platte des Contact-



(A. 420.)

werks und einen Theil der Platten des Uhrwerks. *F* und *G* sind flach aufliegende Stege, welche die vorderen Zapfen der Getriebe *b*, *c*, *d* aufnehmen, dagegen ist *H*, welches den vorderen Zapfen des Getriebes *e* aufnimmt, mit einem Knie

versehen, um Platz für den Arm *qq* zu gewinnen. In der Verticalebene dieses Arms befindet sich nun der Anker *rruvw*, der an der Welle des GRAHAM'schen Uhrankers befestigt ist. Die beiden Paletten *rr* dieses Ankers sind aus glasbartem Stahl und bilden kreiscylindrische Flächen aus dem Drehungspunkt der Ankerwelle. Vermöge des mit der Schnur *s* verbundenen Gewichts wird sich nun stets das eine Ende des Arms *qq* an die eine der Paletten anzulegen bestreben und bei jeder Oscillation des Secundenpendels der Uhr wird hierin, ebenso wie beim Steigrad und dem GRAHAM'schen Anker ein Wechsel eintreten, nur wird hier in jeder Secunde der Arm *qq* einen Bogen von 90° beschreiben. In den Momenten, wo der Arm an einer der beiden Paletten anliegt, hat der Cylinder *e* die in Fig. 418 angegebene Stellung, und der Strom ist unterbrochen, sobald aber der Arm von der linken Palette abfällt und sich zur rechten Palette hinbewegt, wird der Strom geschlossen; erreicht dann der Arm die andere Palette, so tritt wieder die in Fig. 418 angegebene Stellung ein, wobei der Strom unterbrochen wird, u. s. w. Darnach wird also der Registrirapparat mit jeder Secunde ein Signal geben, welches mit dem Pendelschlage zusammenfällt. Der Windfang *ff* (Fig. 417) dient nun dazu, um zu verhindern, dass der Arm *qq* sich zu schnell bewegt, wodurch der Stromschluss zu kurz sein würde, sodann aber auch um ein Zurückprallen des Arms beim Anfallen an die Palette zu verhüten, indem dabei ein zweiter Stromschluss entstehen könnte. Es ist nun noch kurz die Einrichtung des Ankers zu beschreiben. Sein Arm *v*, an dem sich oben ein kreisförmiger Theil befindet, ist unveränderlich an der Ankerwelle befestigt, während jede Palette für sich mit dem Arm *u* und *w* um einen kleinen Bogen durch die Zug- und Druckschrauben *x*, *y* drehbar ist. Mit dieser Einrichtung wird der Anker beim Aufstellen des Apparats ein für alle Mal so corrigirt, dass das Anfallen des Uhrmagnets des Registrirapparats genau mit dem Pendelschlage der Uhr zusammenfällt. Die annähernde Berichtigung wird man nach dem Gehör machen, die dann übrig gebliebenen Fehler erkennt man durch Vergleichung der Secundenlängen auf dem Papierstreifen.

Streng genommen wird nun bei dieser Einrichtung auch durch den Arm *qq* ein gewisser Druck auf die Palette des Ankers ausgeübt und damit dem Pendel wohl etwas von seiner bewegenden Kraft genommen. Dieser Druck ist aber so gering, dass eine merkliche Wirkung nicht daraus entsteht. Es würde sich eine solche Wirkung in der Verminderung der Pendelamplitude zeigen müssen, sie ist aber, wo der Unterbrecher in Anwendung kam, nicht bemerkt worden. HANSEN giebt übrigens einen Kunstgriff an, wodurch die hemmende Wirkung dieses Drucks strenge null gemacht werden kann; er besteht darin, dass den Paletten des Ankers keine kreiscylindrische Form gegeben wird, sondern dass man sie so ausführt, dass ihr Halbmesser im Sinne der Bewegung stetig kleiner wird. Wenn nämlich diese Verminderung gross ist, so nimmt der Anker den Charakter des Ankers der sogen. zurückfallenden Hemmung an, die fast immer in den gewöhnlichen Pendeluhren angebracht wird und für sich allein das Pendel in Bewegung erhalten kann. Der hemmende Druck kann also hierdurch in eine die Bewegung des Pendels fördernde Kraft verwandelt werden und es muss also eine gewisse geringe Verminderung der Palettenhalbmesser die Wirkung des Drucks des Arms *qq* auf die Bewegung des Pendels null machen.

3) Der Ableseapparat.

In der ersten Zeit nach Einführung der Registrirmethode begnügte man sich damit, die Streifen bezw. die Bögen in der Art abzulesen, dass die Bruchtheile

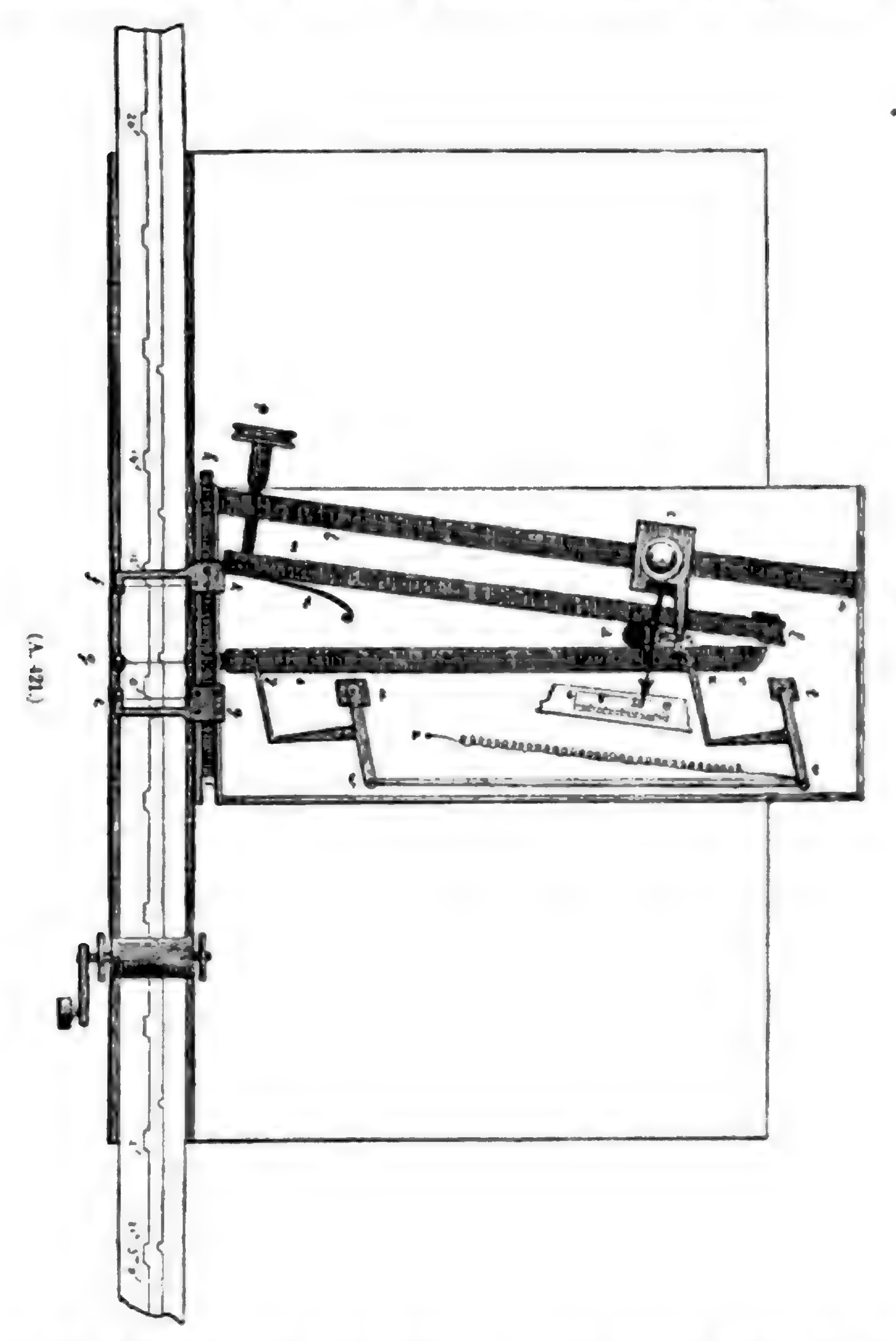
der Secunden für das Beobachtungssignal nach dem Augenmaass geschätzt wurden. Aehnlich wie bei der Auge- und Ohrmethode erfolgte die Angabe dann nur auf Zehntel oder allenfalls auf das halbe Zehntel der Secunde genau. Es zeigte sich aber bald, dass die Beobachtung selbst eine beträchtlich genauere geworden war, und es war daher auch wünschenswerth, die Ablesung schärfer zu machen. So entstanden anfangs verschiedene Apparate, die aber zum Theil so complicirt waren, dass die Ablesung mit denselben eine grosse Arbeitslast wurde. In neuerer Zeit kommen nun vorzugsweise zwei Apparate zur Anwendung, die an Einfachheit nichts zu wünschen lassen, und von denen der zweite hier zu erwähnende auch weitgehenden Anforderungen an die Genauigkeit genügt. Beide Apparate beziehen sich zunächst auf die Ablesung der Registrirstreifen, sie können aber mit einfachen Abänderungen auch für die Cylinderapparate verwandt werden.

Der erste Apparat ist eine einfache Glasscala mit 20 feinen convergirenden Linien. Der äusserste Abstand der Linien ist so gewählt, dass er erfahrungsgemäss, oder der Bewegung der Registrirstreifen entsprechend, dem Zweisecundenintervall gleich ist, und die Convergenz der Linien hat nur den Zweck, die geringen Schwankungen in den Secundenintervallen in Folge nicht ganz gleichförmigen Ablaufens des Streifen durch Verschieben des letzteren berücksichtigen zu können. Jede Linie theilt darnach den Secundenraum in Zehntel, und die Hundertel der Zeitsecunde werden darnach geschätzt. Diese Art der Ablesung geht sehr rasch und die Unsicherheit beläuft sich auf etwa 2 Hundertel, ein Betrag, den die Beobachtung selbst an Genauigkeit nicht erreicht. Ein Uebelstand dieses Verfahrens besteht für die Registrirapparate, welche mit durchgeschlagenen Punkten — nicht mit dem farbigen Schreibstift — arbeiten, darin, dass durch das Auflegen der Glasscala und das unter der Scala erfolgende Weiterziehen des Streifens die Signale gedrückt und dadurch verwischt werden können, sodass eine Revision des Streifens mit einiger Schwierigkeit verbunden ist. Bei der Seltenheit aber, mit der solche Revisionen bei einiger Sorgfalt der Ablesung vorzukommen pflegen, kann dieser Nachtheil nicht ins Gewicht fallen.

Für noch genauere Ablesungen empfiehlt sich ein von Oppolzer angegebener und von Hipp in Neuchatel zur Ausführung gebrachter Apparat. Er ist in Fig. 421 abgebildet und hat folgende Anordnung. Der auf einem Mahagonibrett montirte Apparat besteht im Wesentlichen aus einem feststehenden Lineal *ab*, als Führung des mit *c* bezeichneten verschiebbaren Knopfes, der einen Scalenindex trägt. An dem mit diesem Knopf fest verbundenen Fortsatz, der senkrecht zum Lineal steht, befindet sich im Punkt *o* das eine Ende eines daselbst beweglichen Metallstückes, dessen andres Ende den Bewegungsmittelpunkt des Doppelröllchens *d* trägt.

Das Intervall von 2 Secunden wird durch die feinen Fäden *e*, *f* begrenzt, von denen der eine *e* in einem Rahmen mit dem Apparat fest verbunden ist, während der andere *f* auf der Schiene *ik* innerhalb mässiger Grenzen bewegt werden kann. In dem Arm *k*, der den beweglichen Faden trägt, befindet sich ein Schlitz, in welchem sich ein mit dem Lineal *lm* fest verbundener Führungsstift bewegt. Dieses Lineal *lm* ist um den Punkt *l* drehbar und wird durch die Feder *n* gegen die Schraube *p* gedrückt. Daher veranlasst ein Links- oder Rechtsdrehen der Schraube *p* eine Bewegung des Führungsstiftes und hierdurch ein Gleiten des Schlittens *hi*, somit also eine parallele Verschiebung des Fadens *f*, oder was dasselbe ist, eine mässige Vergrösserung oder Verkleinerung des Fadenintervalls, entsprechend dem gegebenen Abstande zweier sich unmittelbar fol-

gender Uhrzeichen. Die beiden Fäden *e*, *f* sind nun genau auf die einschliessenden Uhrpunkte einzustellen. Auf das Signalzeichen wird der bewegliche Faden *g* gestellt, der mit dem Lineal *rs* fest verbunden ist. Um nun die Verschiebung dieses Fadens gegen die Fäden *e*, *f* parallel zu erhalten, ist das Lineal *rs* als



(A. 421.)

Seite des Parallelogramms *xywv* gedacht, dessen einzelne Theile *xy*, *yw*, *wv* und *vx* beweglich an den Verbindungspunkten *x*, *y*, *v*, *w* drehbar sind. Das Parallelogramm selbst ist dagegen mit den Stiften *t* und *u* an dem Apparat befestigt. Weil aber die Richtung *tu* parallel zu der der beiden Fäden ist, und das ebenfalls dieser Richtung parallele Lineal *rs* mit dem beweglichen Faden *g* nur parallel zu sich selbst verschoben werden kann, so ist der Bedingung ge-

nügt, dass der bewegliche Faden *g* in allen Stellungen zu den Fäden *e*, *f* parallel bleibt. Durch die Feder *vz* wird nun das bewegliche Lineal stets an das bereits erwähnte Röllchen *d* angedrückt, sodass eine Verschiebung des Knopfes *c* mit einer Verrückung des Fadens *g* identisch ist. Der mit *c* fest verbundene Zeiger zeigt nun an der feststehenden Scala auf null, wenn die Fäden *g* und *e* zusammenfallen, auf 200, wenn *g* und *f* sich decken. In jeder Mittelstellung giebt daher der Zeiger auf der Scala direkt das Hundertstel der Secunde an, welches dem beobachteten Signal entspricht. Endlich wird der Streifen in eine passende Rinne gelegt und durch eine Kurbel mit zwei drehbaren Walzen weiterbewegt.

Wie die den Veröffentlichungen der österreichischen Gradmessungsarbeiten entnommene Figur zeigt, ist hier ein Streifenapparat mit Farbschreibfeder in Gebrauch, es liegt aber auf der Hand, dass der Apparat mit gleicher oder grösserer Schärfe für Spitzenpunkte verwendbar ist. Bei schon geringer Uebung ist die Ablesung eine ausserordentlich bequeme und kann der Apparat nur warm empfohlen werden. VALENTINER.

Scintillation. Das Wesen des Scintillierens, Glitzerns, Funkelns, Blinkerns oder Blinkens der Sterne besteht in der Eigenschaft ihres Bildes im Auge in raschem Wechsel auf einander folgende Helligkeitsunterschiede, die bis zum völligen Erlöschen gehen können, zu zeigen, und unter Umständen dabei auch in verschiedenen Farben zu leuchten. Wenn es nun auch möglich ist, mit blossem Auge vergleichende Beobachtungen der Helligkeits- und Farbenänderungen verschiedener Sterne zu machen, so gehen diese Aenderungen doch so rasch vor sich, dass es wünschenswerth ist, Instrumente zu haben, die ihnen zu folgen gestatten. Solche Instrumente sind die Scintilloskope oder Scintillometer, die ihre Aufgaben dadurch lösen, dass sie die auf einander folgenden Erscheinungsformen des Sternes an nebeneinander liegenden Stellen des Gesichtsfeldes oder der Gesichtslinie beobachten lassen.

Der wesentlichste Theil aller Scintilloskope ist ein genügend stark vergrösserndes Fernrohr. Stellt man das Ocular eines solchen scharf auf das vom Objectiv entworfene Bild eines Sternes ein und schiebt es dann vor oder zieht es zurück, so entsteht statt des scharfen Lichtpunktes ein heller Kreis. Glitzert der Stern nicht, so ist dieser Kreis gleichmässig hell, glitzert er, so wechselt seine Helligkeit, hellere oder verschieden gefärbte Stellen scheinen über ihn hinzugleiten. Dieses schon von SIMON MARIUS benutzte Flächenscintilloskop ist recht wohl geeignet, die Erscheinung qualitativ zu untersuchen, genügt aber nicht, für ein eingehenderes Studium der auf einander folgenden Erscheinungsformen des Sternes.

Das wird besser mit den Linienscintilloskopen erreicht, welche man erhalten kann, wenn man vor dem Objectiv des Fernrohres einen Schirm mit einem Spalt anbringt. Bei eingeschobenem oder ausgezogenem Ocular sieht man dann das Bild des Sternes als gerade Linie, die gleichförmig hell sein würde, wenn er nicht glitzerte. Ist das aber der Fall, so scheinen diese Linie hellere oder farbige Stellen wellenartig zu durchlaufen, aus denen die einzelnen Phasen des Glitzerns zu entnehmen sind. Grössere Lichtstärke zeigt die Lichtlinie, wenn man das auf das Objectiv fallende Licht nicht durch einen vorgesetzten Spalt zum Theil abblendet, sondern nach NICHOLSON's Vorgang das scharf auf den Stern eingestellte Fernrohr in zitternde Bewegung setzt. Der Stern erscheint dann als Lichtlinie, auf der verschieden helle Stellen mit einander oder auch mit andersfarbigen abwechseln.

Obwohl so die das Glitzern bedingenden Erscheinungen bereits deutlich hervortreten, so wird dies in noch höherem Grade erreicht werden können, wenn man, wie es MONTIGNY[1]) that, die gerade Linie zu einem Kreise erweitert. Zu diesem Zwecke brachte der belgische Forscher zwischen Objectiv und Ocular eine dicke planparallele Glasplatte an, welche er schief zu der Fernrohraxe, zu dieser drehbar aufstellte. Die Platte lenkt die Strahlen etwas nach dem Einfallsloth hin ab und verschiebt dadurch in der nämlichen Richtung ein wenig das im Brennpunkt des Objectivs entworfene Bild des Sternes, welches als leuchtender Kreis erscheint, wenn die Platte und mit ihr das Einfallsloth in rasche Rotation versetzt wird. Das Einfallsloth beschreibt dabei einen Kegel, die dunkleren und helleren oder farbigen Bilder des Sternes treten als Theile des Kreisumfanges auf, und ihre Länge wird eine so bedeutende, dass die Beobachtungen mit dem Kreisscintillometer grosser Schärfe fähig sind.

Ein linienförmiges Bild des Sternes ist auch sein Spectrum, und auch dieses kann bei der Untersuchung des Glitzerns von Nutzen sein. Einer darauf sich gründenden Beobachtungsmethode hat sich ebenfalls MONTIGNY[2]) zuerst bedient. Glitzert der Stern, so erscheint oft sein ganzes Spectrum, erscheinen oft auch nur einzelne von dessen Farben ausgelöscht. Die in dem letzteren Fall hervorgerufenen dunkeln Banden bleiben aber nicht in Ruhe, man sieht sie sich vielmehr über das Spectrum hinbewegen. Um ihr Verhalten besser beobachten zu können, setzte WOLFF noch eine Cylinderlinse so vor das Objectiv, dass das Spectrum eine gewisse Breite erhielt. Mit diesem Spectroscintillometer beobachtete er, dass die Bewegung der das Spectrum durchziehenden dunkeln Streifen bald vom Roth zum Violett, bald umgekehrt gerichtet war. Genauer hat RESPIGHI die Richtung dieser Bewegung bestimmt und gefunden, dass sie vom Roth zum Violett ging, wenn der Stern sich im Westen, vom Violett zum Roth, wenn er sich im Osten befand. Aber auch die Höhe des Sternes erwies sich von Einfluss. Befand er sich im Horizonte, so durchliefen die Streifen ein horizontales Spectrum in der Richtung der Farbengrenzen. Erhob er sich zu grösserer Höhe, so bildete die Richtung der Bewegung der Streifen einen Winkel mit der Farbengrenze, der mit der Erhebung des Sternes wuchs und bei einer Höhe von 30—40° die Grösse von 90° erreichte. Die Bewegung erfolgte dann parallel der Längsrichtung des Spectrums, aber ihre Geschwindigkeit hatte zu-, ihre Regelmässigkeit abgenommen. Bei aussergewöhnlichen atmosphärischen Verhältnissen wurden die Streifen schwächer, ihre Gestalt und Bewegung unregelmässiger, bei starkem Winde wurden sie blass und unbestimmt, und es liessen sich sogar bei Sternen in der Nähe des Horizontes nur noch Helligkeitsänderungen beobachten.

Auch die verschiedenen Bilder eines glitzernden Sternes, welche längs der Axe des Fernrohres hervorgerufen werden, würde man zur Beobachtung des Glitzerns benutzen können, wenn man die seitlich auf die Oeffnung des Objectivs fallenden Strahlen abblendete, also einen Schirm mit einer kleinen Oeffnung in der Mitte vor das Objectiv setzte. Geschieht dies aber, so erhält man längs der durch die Oeffnung dringenden Strahlen eine Beugungsfigur, welche das durch das Ocular betrachtete Bild des Sternes mit farbigen Ringen umgeben erscheinen lässt. Verschiebt man alsdann das Ocular, so bemerkt man, dass die Mitte des Beugungsbildes abwechselnd hell und dunkel wird, und diesen Umstand hat

---

[1]) MONTIGNY, Bulletin de l'Académie royale de Belgique Sér. II, T. 42, pag. 255.

[2]) MONTIGNY, a. a. O. 1874, Sér. II. T. 37, pag. 165; T. 38, pag. 300.

ARAGO[1]) zur Herstellung eines Beugungsscintillometers benutzt. Das war möglich, da, wenn der Stern glitzert, auch bei feststehendem Ocular die Mitte bald hell, bald dunkel erscheint. Indem dann K. EXNER[2]) den Auszug eines so ausgerüsteten Fernrohres mit einer Theilung versah, gelang es ihm, »die Amplitude der Bewegungen des Beugungsbildes und damit auch die Amplitude der Bewegung des Bildes des Sternes längs der Axe des Fernrohres« zu messen.

Mit diesen Hilfsmitteln der Scintillometer ausgerüstet, können wir dazu übergehen, die Umstände kennen zu lernen, welche das Glitzern verstärken oder schwächen und von dieser Erkenntniss ausgehend, die Frage nach der Entstehungsursache der auffälligen Erscheinung zu beantworten suchen.

Da das Licht der Sterne, ehe es zu uns gelangt, je nach ihrer Höhe, eine Luftschicht von grösserer oder geringerer Dicke zu durchlaufen hat, so muss deren Beschaffenheit, wie sie sich aus dem jeweiligen Zustande der Atmosphäre ergiebt, von grösstem Einflusse sein. Namentlich werden die Aenderungen ihrer Temperatur oder ihres Wassergehaltes ihr Brechungsvermögen ändern, und es ist zu vermuthen, dass von ihnen die Stärke des Glitzerns in erster Linie bedingt sein wird. Da aber der Wassergehalt der Atmosphäre von ihrer Temperatur abhängt, so werden beide Aenderungen meistens zugleich eintreten, also nicht von einander getrennt betrachtet werden können. Im Allgemeinen nimmt nach MONTIGNY's[3]) Beobachtungen das Glitzern der Sterne mit steigernder Temperatur ab und lässt die auftretenden Farben viel an Helligkeit einbüssen. Das zeigt sich besonders im Sommer, während im Winter bei kaltem trockenem Wetter das Glitzern sehr auffällig wird, die dabei auftretenden Farben glänzender erscheinen. Auch HUMBOLDT[4]) räumt den Temperaturänderungen einen bestimmenden Einfluss ein. Denn wenn er auch als Thatsache berichtet, dass an Orten in der Nähe des Aequators, an denen das Glitzern der Fixsterne etwas seltenes ist, der Eintritt der Regenzeit bereits viele Tage vorher sich durch das zitternde Licht der Gestirne in grösserer Höhe über dem Horizont ankündige, so theilt er andererseits die bei seinem Aufenthalt in Cumana gemachte Beobachtung mit, dass während der dortigen Regenzeit nach Nächten, in welchen die Sterne bis zu einer Höhe von 70° starke Scintillation gezeigt hatten, andere kamen, in denen sie schon in einer Höhe von 17° nicht mehr glitzerten, ja, dass das Glitzern ausblieb, selbst wenn das SAUSSURE'sche Hygrometer eine beträchtliche Zunahme der Luftfeuchtigkeit unzweifelhaft machte.

Diese Beobachtungen HUMBOLDT's lassen erkennen, wie gering die Aussicht sein muss, aus vermehrtem oder vermindertem Glitzern der Sterne auf Aenderung des Wetters in dem einen oder anderen Sinne schliessen zu können. KÄMTZ[5]) war wohl der erste, der das kommende Wetter aus dem Glitzern der Sterne glaubte vorhersagen zu können. Nahm es zu, so erwartete er Sturm. Später haben sich namentlich MONTIGNY[6]) und DUFOUR[7]) mit derselben Aufgabe be-

[1]) ARAGO in HUMBOLDT's Voyage aux Régions équinoxiales T. I. Vol. 47, pag. 41. Wiedergedruckt im Kosmos Bd. III, pag. 122 und im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1831, pag. 168.

[2]) EXNER in WINKELMANN, Handbuch der Physik II. Bd., 1. Abt., pag. 388.

[3]) MONTIGNY, a. a. O., Sér. II, T. 46, pag. 598, T. 47, pag. 755.

[4]) HUMBOLDT, Kosmos III, pag. 89. Reise in die Aequinoctialgegenden des neuen Continentes. Deutsch von HAUFF. Stuttgart 1861, Bd. II, pag. 232.

[5]) KÄMTZ, Lehrbuch der Meteorologie. Halle a. S. 1831—36, Bd. III.

[6]) MONTIGNY a. a. O. 1878, Sér. II T. 46, pag. 598; 1879 T. 47, pag. 755.

[7]) DUFOUR, Archives des Scienes physiques et naturelles 1893, Sér. III T. 29, pag. 545.

schäftigt, sind aber zu völlig entgegengesetzten Ergebnissen gekommen. MONTIGNY folgerte aus seinen Beobachtungen, dass eingetretenes oder zu erwartendes Regenwetter namentlich den Farbenwechsel der Sterne befördere. Von allen Farben sah er alsdann am häufigsten Blau erscheinen und suchte den Grund dafür in der blauen Farbe des Wassers[1]). Später erweiterte er seine Ansicht dahin, dass nicht in dem Regen allein, sondern in dem überhaupt in der Atmosphäre vorhandenen Wasser der Grund für den vermehrten Farbenwechsel zu suchen sei, möchte es nun als Regen oder Schnee herabfallen oder als Dampf oder in flüssiger Form in der Atmosphäre vorhanden sein. DUFOUR fand dagegen, dass keineswegs verstärktes, sondern schwächeres Glitzern das Herannahen von schlechtem Wetter anzeige und suchte die mangelnde Uebereinstimmung mit MONTIGNY's Ergebnissen aus dem doppelten Umstande zu erklären, dass er selbst mit blossem Auge und in der Schweiz, MONTIGNY mit dem Kreisscintillometer und in Belgien beobachtet habe. Da er aber wohl fühlte, dass diese Annahme die Verschiedenheit seiner und MONTIGNY's Beobachtungsergebnisse nicht befriedigend erklären könne, so suchte er durch anderenorts angestellte Untersuchungen zur Klarheit zu kommen und empfahl den Seefahrern, ihre Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand zu richten. Er hatte die Genugthuung, dass die Offiziere des französischen Kriegsschiffes »la Durance« auf seinen Wunsch eingingen und dass eine grössere Anzahl im stillen und indischen Ocean angestellter Beobachtungen die seinigen bestätigten.

Wenn es nun auch von vornherein bei dem in Luftschichten verschiedener Höhe oft so verschiedenem Wassergehalte nicht wahrscheinlich war, dass aus vermehrtem oder vermindertem Glitzern auf Aenderung des Wetters in bestimmtem Sinne würde geschlossen werden können, so wird doch ein Einfluss im Grossen zu erwarten sein, der sich als Einfluss der geographischen Breite darstellen muss. Ein solcher ist namentlich von HUMBOLDT betont worden. »In den heitern, kalten Winternächten der gemässigten Zone«, sagt er[2]), »vermehrt die Scintillation den prachtvollen Eindruck des gestirnten Himmels auch durch den Umstand, dass, indem wir Sterne sechster bis siebenter Grösse bald hier, bald dort aufglimmen sehen, wir getäuscht mehr leuchtende Punkte vermuthen und zu erkennen glauben, als das unbewaffnete Auge wirklich unterscheidet, daher das populäre Erstaunen über die wenigen Tausende von Sternen, welche genaue Sterncataloge als den blossen Augen sichtbar angeben!« Und weiter[3]) »Zwischen den Wendekreisen und ihnen nahe giebt bei gleichmässiger Mischung der Luftschichten die grosse Schwäche oder völlige Abwesenheit der Scintillation der Fixsterne, 12 bis 15 Grade über dem Horizonte, dem Himmelsgewölbe einen eigenthümlichen Charakter von Ruhe und milderem Lichte.«

Aber auch die Erhebung des Beobachters über dem Meeresspiegel wird von Einfluss auf das Glitzern sein. In welcher Weise sie wirkt, haben PERNTER[4]) und TRABERT durch gleichzeitige Beobachtungen auf dem 3095 m hohen Sonnblick und in dem 900 m hohen Rauris untersucht. Es waren allerdings nur die in den beiden Nächten vom 28. und 29. Februar 1888 angestellten Beobachtungen, welche verglichen werden konnten. Sie wurden mit dem Beugungs-

[1]) TISSERAND, Bulletin astronomique II 1885, pag. 391.

[2]) HUMBOLDT, Kosmos III, pag. 86.

[3]) HUMBOLDT, a. O., pag. 87.

[4]) PERNTER, Sitzungsberichte der Wiener Akad. der Wissenschaften 1888, Abt. II a, Bd. [illegible], pag. 1298.

scintillometer ausgeführt und ergaben ein viel lebhafteres Glitzern auf dem Sonnblick, als in Rauris.

Man hätte das entgegengesetzte Resultat erwarten sollen, da das Licht, was nach Rauris gelangte, eine viel dickere Luftschicht durchsetzen musste, als das auf den Sonnblick treffende. Glitzern doch unter gewöhnlichen Umständen die Sterne in der Nähe des Horizontes viel mehr, als in grösserer Höhe! Die Abhängigkeit von der Höhe über dem Horizonte glaubt nach seinen Beobachtungen Dufour durch den Satz ausdrücken zu können, dass ausser in der Nähe des Horizontes das Glitzern dem Producte aus der Dicke der Luftschicht, welcher der vom Sterne kommende Strahl durchläuft, in die der beobachteten Höhe entsprechende astronomische Strahlenbrechung proportional ist. Der Widerspruch löst sich aber, wenn man bedenkt, dass gerade die dem Horizonte nahen Schichten eine grosse brechende Kraft besitzen, dass aber ihre Dicke sich nicht merklich bei einer Erhebung von einigen Tausend Metern ändert. Wohl aber kann diese geringe Erhebung die Deutlichkeit, mit der die Sterne gesehen werden, beträchtlich erhöhen. Doch ist auch im Auge zu behalten, dass den Beobachtungen auf dem Sonnblick ihrer geringen Zahl wegen keineswegs allgemeine Gültigkeit zukommt.

Ob das Nordlicht auch zu der Gruppe der das Glitzern beeinflussenden Erscheinungen gehört, ist noch eine offene Frage. Der oft besprochene Zusammenhang zwischen seinem Auftreten und der Bildung von Cirruswolken dürfte dafür sprechen, und so ist denn Montigny der Ansicht, dass ein Nordlicht mit einer Abkühlung der Luftschichten in grösserer Höhe verbunden sei. Dass mit dem Nordlicht ein verstärktes Glitzern der Sterne Hand in Hand gehe, hat zuerst 1788 Ussher behauptet. Die Beobachtungen Montigny's[1]) während des Nordlichtes vom 31. Januar 1881 ergaben das nämliche Resultat. Weitere Untersuchungen führten ihn zu den Schlüssen, dass während eines Nordlichtes die Sterne stärker glitzern, wie vor- und nachher, wenn nicht herannahender Regen einen davon unabhängigen Einfluss ausübt, ferner dass die Zunahme des Glitzerns beim Nordlicht im Winter viel stärker ausgesprochen ist, wie im Sommer, endlich, dass dabei die im Scintillometer auftretende Kreislinie weniger regelmässig ist, als sonst.

Magnetische Störungen ohne Nordlichtserscheinung scheinen indessen den nämlichen Einfluss auf das Glitzern auszuüben; wenigstens verzeichnete Montigny[2]) in den Jahren 1881 bis 1883 zweiundvierzig Coïncidenzen mit vermehrtem Glitzern. Doch hält er es für verfrüht, eine Annahme über die Ursache dieses Zusammenhanges zu machen, erinnert nur an die Versuche H. Becquerel's, die zeigten, dass der Erdmagnetismus die Polarisationsebene eines Lichtstrahles, welcher eine mit Schwefelkohlenstoff gefüllte Röhre durchsetzt, abzulenken im Stande ist.

Neben diesen durch atmosphärische Erscheinungen bedingten Veränderlichkeiten in der Stärke des Glitzerns lassen sich auch solche beobachten, welche von der Grösse des scheinbaren Durchmessers oder der Natur des Lichtes der Sterne abhängen. So glitzern die Planeten Jupiter und Saturn, deren scheinbarer Durchmesser stets eine messbare Grösse behält, nie, Mars, Venus und Mercur nur dann, wenn ihr Durchmesser unter ein bestimmtes Maass herab geht. Im Gegensatz zu ihnen giebt es keinen Fixstern, der nicht

---

1) Montigny, a. a. O. Sér. III, T. 1 1881, pag. 231.
2) Montigny, a. a. O. Sér. III, T. 6 1883, pag. 426.

glitzerte, doch ist es bereits DUFOUR aufgefallen, dass die rothen Sterne weniger wie die weissen scintilliren, und MONTIGNY[1]) konnte aus 25000 Einzelbeobachtungen an 120 Sternen den Schluss ziehen, dass Sterne, deren Spectren nur wenige dunkle Linien aufweisen, viel stärker glitzern, als solche mit dunkeln Banden und schwarzen Linien im Spectrum, wie sie dem Spectrum der rothen Sterne eigen sind. Der belgische Forscher hat seine Beobachtungen in Betreff des Unterschiedes des Glitzerns der verschiedenen Sterne in einem Katalog zusammengestellt, der die wichtigsten Sterne des nördlichen Himmels umfasst[2]).

Wenden wir uns nun zu den Versuchen, das Glitzern der Sterne zu erklären, so begegnen wir solchen bereits im Alterthum und Mittelalter. Da aber haltbare Annahmen darüber eingehendere physikalische Kenntnisse voraussetzen müssen, so erfüllen jene ihren Zweck nur unvollkommen. Die Griechen sahen den Grund der Erscheinung lediglich im Auge. »Die eingehefteten Sterne«, sagt Aristoteles[3]), »funkeln nicht; denn die Planeten sind nahe, so dass das Gesicht im Stande ist, sie zu erreichen, bei den feststehenden aber geräth das Auge wegen der Entfernung und Anstrengung in eine zitternde Bewegung.« Wohl der Umstand, dass man von dieser Bewegung des Auges durchaus nichts wahrnahm, während man sie doch hätte wahrnehmen müssen, liess davon absehen und an ihre Stelle eine zitternde Bewegung der glitzernden Sterne setzen, in welche sie in Folge ihrer Geschwindigkeit gerathen sollten. Aber auch davon kam man bald zurück und PECKHAM (1240—1292) suchte die Ursache des Glitzerns in der Reflexion der Sonnenstrahlen durch die Fixsterne, deren Einfalls- und Reflexionswinkel in Folge der raschen Bewegung jener sich fortwährend ändern sollte. Erst DELLA PORTA sah den Grund des Glitzerns, indem er alle früheren Erklärungsversuche verwarf, in der Wirkung der Dünste der Erdatmosphäre, welche die von den Gestirnen kommenden Lichtstrahlen aufhalte und zerstreue[4]).

Damit war der Weg betreten, den man zur Erklärung der Scintillation bis zur Gegenwart festgehalten hat; es galt nun ihn weiter auszubauen. Zu diesem Zweck musste zunächst das Dasein jener Dünste und ihre Wirkungsweise auf das Sternenlicht nachgewiesen werden. Als solche können nur die Wasserdämpfe und -dünste in Betracht kommen. Darauf, dass aber ihr Vorhandensein allein zur Erklärung der Scintillation nicht genüge, hat bereits HUMBOLDT aufmerksam gemacht und zugleich darauf hingewiesen, dass eine solche Wirkung auch eine ungleiche Vertheilung der Wasserdämpfe in den übereinander liegenden Luftschichten voraussetzen müsse, wie sie durch die in den unteren Regionen nicht bemerkbaren oberen Strömungen warmer und kalter Luft ganz sicher zu Stande komme. Diese Wasserdämpfe müssen dann sich niederschlagend die aufsteigenden Luftströmungen wieder verstärken und so fehlt es nicht an Ursachen für das Auftreten von Luftströmen, welche fortwährend in den beliebigsten Richtungen verlaufen.

Solche sind übrigens keineswegs nur in den oberen Luftregionen vorhanden. Auch in niederen treten sie bei ruhender Luft immer auf, ebenso finden sie sich im Winde oft in entgegengesetzter Richtung, wie dieser selbst, sich bewegend

---

[1]) MONTIGNY, a. a. O. Sér. II. T. 37, pag. 5 und 165; T. 38, pag. 300; Sér. III. T. 6 No. 12.

[2]) MONTIGNY, a. a. O. Sér. III. T. 45, pag. 391.

[3]) ARISTOTELES, de Coelo II 8, pag. 290, ED. BEKKER nach der Uebersetzung HUMBOLDT's Kosmos III, pag. 87.

[4]) WILDE, Geschichte der Optik. 1838, I, pag 132.

Solche hat vor kurzem LANGLEY[1]) mit kleinen Windfähnchen nachgewiesen und dadurch die bis dahin unbegreifliche Thatsache erklärt, dass Raubvögel auch gegen den Wind ohne Flügelschlag segeln können. Das gelegentliche Fehlen solcher Luftströmungen muss für die bessere Hörbarkeit von Schallen günstig sein. Sind sie aber auch die Ursache stärkeren Glitzerns der Sterne, dann muss ungestörtere Ausbreitung des Schalles und vermindertes Glitzern Hand in Hand gehen, wie dies bekanntlich v. ZACH auf der zu seiner Zeit auf dem Seeberge bei Gotha befindlichen Sternwarte oft genug beobachtet hat. Glitzerten die Sterne nur wenig, so hörte er das Hundegebell, die Wächterrufe etc. aus den umliegenden Ortschaften viel deutlicher, als sonst. Dass ein solches Durcheinanderströmen verschiedener Luft-, aber auch Wasserschichten das Glitzern hervorbringen müsse, lässt sich am Beispiel irdischer Körper nachweisen. So glitzern, worauf LIANDRIER aufmerksam machte, kleine weisse Kiesel auf dem Grunde eines rasch dahinfliessenden Baches, die man durch das Wasser hindurch sieht, glitzern weisse Gegenstände, wenn man sie durch »zitternde« von einem stark erhitzten Körper aufsteigende Luft betrachtet, zeigten mit dem Heliostatenspiegel entworfene Sonnenbildchen, die mit einem Fernrohr von 9 *cm* Oeffnung betrachtet wurden, bereits auf 20 Schritt Entfernung Scintillation ohne Auftreten von Farben, während solche auf eine Entfernung von 1½ geographischer Meilen hinzukamen[2]).

Sind demnach solche Luftströmungen, die fähig, ja wohl auch nöthig sind, um das Glitzern der Sterne hervorzurufen, immer vorhanden, so muss weiter nachgewiesen werden, wie sie das zeitweilige Erlöschen und den Farbenwechsel hervorrufen können. Den ersten auf die Undulationstheorie gegründeten Versuch dazu, machte 1814 ARAGO[3]), indem er das Glitzern für eine Interferenzerscheinung erklärte. Er nahm an, dass Strahlen, welche auf den Mittelpunkt des Objectivs des Beobachtungsfernrohres oder der Pupille fallen, mit solchen, welche am Rande eintreten und mit jenen im Brennpunkte der entsprechenden optischen Agenten vereinigt werden, Phasenunterschiede von einer halben oder einer ganzen Wellenlänge zeigen und sich somit auslöschen oder verstärken können. Da die Interferenz durch die Brechung in den fortwährend wechselnden Luftströmungen hervorgerufen wird, so müssen auch die Phasenunterschiede und mit ihnen das Aufblitzen und Erlöschen fortwährend wechseln. Hierdurch werden aber nur die Farbenunterschiede erklärt werden können; denn in einem bestimmten Augenblick werden nur Strahlen einer oder einiger Farben interferiren können, der Stern muss dann in der complementären Farbe erscheinen. Um nun auch zur Erklärung der Scintillation des weissen Bildes der Sterne zu gelangen, untersucht ARAGO mit Hilfe des Beugungsscintillometers den Einfluss, welche die verschieden brechenden Luftschichten auf einen Strahl von möglichst kleinem Querschnitt ausüben. »Wenn in einer bestimmten Stellung des Oculars«, so lautet das Ergebniss dieser Untersuchung[4]), »sich die Mitte des Bildes als dunkel erweist, so ist der Grund davon der, dass die regelmässig gebrochenen Strahlen mit den am Rande der kreisförmigen Diaphragmen gebeugten zur Interferenz kommen. Die Erscheinung ist nicht unveränderlich, weil die Strahlen, welche in einem bestimmten Zeitpunkt interferiren, dies in einem folgenden nicht mehr thun, weil sie nun Luftschichten durchlaufen, deren brechende Kraft eine andere

---

[1]) LANGLEY, American Journal of Science 1894, Sér. III. Vol. 47, pag. 41.

[2]) K. EXNER, a. a. O., pag. 387.

[3]) ARAGO, a. a. O.

[4]) Auszüge aus den Handschriften von ARAGO 1847. HUMBOLDT, Kosmos III, pag. 123.

geworden ist. Man findet in diesem Versuche eine deutliche Erklärung der Rolle, welche bei der Erscheinung der Scintillation das ungleiche Brechungsvermögen der Luftschichten, die ein Strahlenbündel von sehr kleinem Durchmesser durchlaufen hat, spielt.« Die Planeten aber sollen nicht glitzern, weil ihr Bild von einer Anzahl linienförmiger Strahlen hervorgerufen wird, deren verschiedene Farben, indem sie zusammentreffen, Weiss geben.

Mit Recht wirft Lord RAYLEIGH[1]) diesem Erklärungsversuch ARAGO's vor, dass er auf einem Missverständniss beruhe. In der That bleibt der Grund, warum nach Wegnahme des Diaphragmas in dem die freie Atmosphäre durchsetzenden Strahle Beugungserscheinungen eintreten sollen, völlig im Dunkeln. Trotzdem glaubte noch 1868 WOLFF sie durch seine Beobachtungen der Spectren glitzernder Sterne stützen zu können, hielt sie noch 1893 DUFOUR[2]) für fähig, die von ihm gefundenen Erscheinungen zu erklären. Die oben geschilderten Ergebnisse von RESPIGHI's Arbeiten mit dem Spectro-Scintilloskop aber bewogen Lord RAYLEIGH sich der Hypothese anzuschliessen, die sich MONTIGNY zur Erklärung des Glitzerns gebildet hat.

Ehe wir auf diese eingehen, betrachten wir die Schlüsse, die RESPIGHI aus den oben bereits dargestellten Beobachtungen gezogen und die Rechnungsresultate, die Lord RAYLEIGH daraus gewonnen hat. Der italienische Forscher glaubt annehmen zu müssen, dass es eine schmale Schicht der Atmosphäre sei, welche das Licht ablenke und so die Streifen verursache, dass deren Wanderung aber in der Umdrehung der Erde ihren Grund habe, welche in dieser Schicht befindliche, verschieden stark brechende Luftparthieeen durch das vom Stern zum Auge oder zum Fernrohr gesendete Strahlenbüschel hindurch führe. Lord RAYLEIGH berechnete die Zeit, welche ein dunkler Streifen brauchen würde, um das Spectrum zu durchwandern, wenn seine Entstehungsursache in der Umdrehung der Erde zu suchen ist. Sie fällt mit derjenigen zusammen, welche der Stern braucht, um in der Höhe, in der er sich befindet, sich um den, durch die Länge seines Spectrums gegebenen Winkel zu heben oder zu senken. Ist die Höhe des Sternes 10°, so beträgt dieser Winkel 8″, die Geschwindigkeit aber, mit der ihn der Stern durchläuft, ist abhängig von dessen Deklination und der Breite des Beobachtungsortes und wechselt zwischen 0° und 15° in der Stunde. Bei der letzteren grössten Geschwindigkeit wird der Stern in der angegebenen Höhe den Winkel von 8″ in einer halben Secunde durchlaufen. Dadurch ist die Geschwindigkeit eines unter den angenommenen Verhältnissen das Spectrum eines Sternes durchlaufenden Streifens gegeben. Befindet sich der Stern in der Nähe des Horizontes, so brauchen die in seinem Spectrum auftretenden Streifen eine grössere Zeit um hindurchzugehen.

Nach MONTIGNY's Annahme soll nun das von einem Sterne kommende Licht, in dem es Luftschichten von verschiedener Beschaffenheit durchstrahlt hat, in Folge mannigfacher totaler Reflexionen an diesen von seiner geradlinigen Bahn vielfach abgelenkt werden. Da aber in solchen Schichten zugleich Dispersion eintritt, so werden die Strahlen verschiedener Farbe auch verschiedene Wege durchlaufen und im Fernrohr oder dem Auge in einem gegebenen Augenblick nicht immer Strahlen von allen Farben anlangen. Das Bild des Sternes wird somit farbig erscheinen, seine Farbe aber in raschem Wechsel sich ändern. Sterne mit vielen dunkeln Linien im Spectrum werden weniger glitzern, als solche

---

[1]) RAYLEIGH, Philosophical Magazine 1893. Sér. V. Vol. 36, pag. 129.

[2]) DUFOUR, a. a. O.

mit wenigen, denn bei jenen fallen eine Anzahl Strahlen fort, welche Eindrücke hätten hervorrufen können, das Glitzern muss also schwächer werden. MONTIGNY hält es deshalb für nicht unmöglich, dass man aus der Stärke des Glitzerns eines Sternes auf die Menge der farbigen Strahlen, welche von seiner Atmosphäre absorbirt werden, würde schliessen können[1]).

Hiernach müsste das Glitzern hauptsächlich in einem Farbenwechsel der Sterne bestehen, wobei gelegentlich auch einmal Weiss auftreten oder der Stern ausgelöscht erscheinen könnte. Nun zeigen aber hoch stehende Sterne gar keinen Farben-, sondern nur Helligkeitswechsel. In dem letzteren ist somit das eigentliche Wesen des Glitzerns begründet, der Farbenwechsel ist nur eine hinzu kommende Erscheinung. Dieser Sachlage trägt die Erklärung, die JAMIN von der Scintillation gegeben, K. EXNER[2]) ausgebildet und durch Messungen mit dem Beugungsscintillometer vervollständigt hat, im Gegensatz zu der MONTIGNY's in vollstem Maasse Rechnung. Indem sie die vom Stern ausgehende Wellenfläche, deren Normalen die Lichtstrahlen sind, in den Vordergrund der Betrachtung rückt, gelingt ihr die Darstellung aller Einzelheiten, die beim glitzernden Sterne beobachtet worden sind, in einfacher Weise.

Diese Wellenflächen müssen in Folge der mannigfachen Brechungen an den zahlreichen durcheinander fluthenden Luftschichten von verschiedenem Brechungsvermögen ihre Gestalt fortwährend ändern und damit die zu ihren einzelnen Punkten gehörigen Strahlen ihre Richtung. Die Wellenfläche bleibt also nicht eine Kugelfläche mit unendlich grossem Radius, es werden in ihr Verbiegungen eintreten, sie wird in Wirklichkeit aus Kugelflächen von verschieden grossen Krümmungen zusammengesetzt sein. Die Grösse dieser Verbiegungen bestimmte EXNER von der Grössenordnung eines Decimeters, die Radien der maximalen Krümmungen ergaben sich zwischen den Werthen 1817 und 19380 *m* liegend, die Grösse der so in den Lichtwellen entstehenden Vertiefungen als der Grösse einer Wellenlänge vergleichbar. Da nun die stärker brechenden Theile der Atmosphäre, wie Sammellinsen, die schwächer brechenden, wie Zerstreuungslinsen wirken, so werden in der in die Atmosphäre eindringenden Lichtwelle Stellen auftreten, an denen mehr Strahlen vereinigt werden neben anderen, an denen weniger zusammen treffen. Obwohl demnach die Lichtwellen nur ganz geringe Abweichungen von der Kugelform, die Lichtstrahlen vom Parallelismus zeigen, so müssen doch bald Stellen grösserer, bald geringerer Lichtstärke die Pupille des Auges treffen, die in Folge der Beweglichkeit der die Brechung bewirkenden Luftschichten in fortwährendem Wechsel begriffen sind. Bei der geringen Grösse der Pupille fallen also nur lichtstärkere, oder nur lichtschwächere Theile der Wellen, also Stellen mit mehr oder weniger Lichtstrahlen, ins Auge, während das Objectiv eines Fernrohrs von lichtstärkeren und lichtschwächeren Stellen getroffen wird. Sieht deshalb das unbewaffnete Auge den Stern in wechselnder Helligkeit, so wird das durch das Fernrohr blickende die Sterne viel weniger glitzern sehen. Mit der zunehmenden Grösse des Objectivs aber wird die Scintillation abnehmen, bei genügend grossen hört sie ganz auf, dagegen erscheint das Bild des Sternes vergrössert. Verschiebt man das Ocular eines scharf auf einen Stern eingestellten Fernrohres, so erhält man den Lichtkreis des Flächenscintilloskops, auf dem helle und dunkle Stellen hin und her fluthen. Damit hat man im Kleinen die Erscheinung der »fliegenden Schatten«, die bei totalen

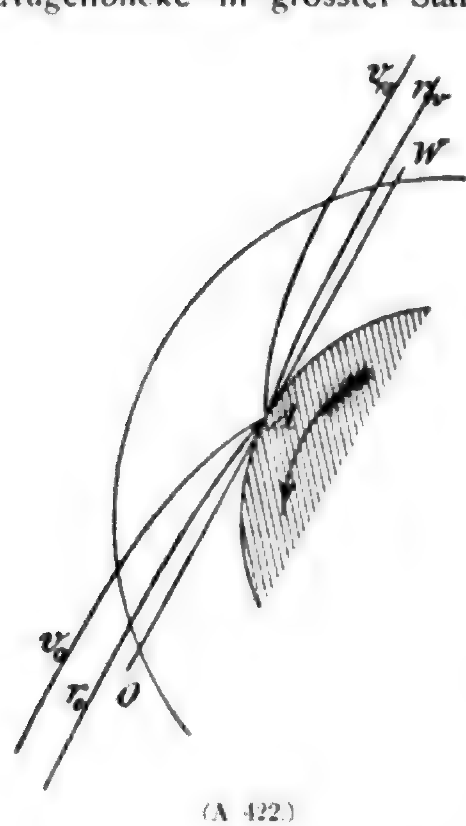
---

[1]) MONTIGNY, a. a. O. 1874, Sér II. T. 37, pag. 165, T. 38, pag. 300.

[2]) K. EXNER, a. a. O., pag. 384.

Sonnenfinsternissen im Augenblick, wo der letzte Punkt des leuchtenden Sonnenkörpers hinter dem Mondrand verschwindet, sichtbar werden.

Auch der Farbenwechsel der Sterne erklärt sich nun ohne Mühe. Bei den vielen Brechungen, denen ein ursprünglich weisser Strahl bei seinem Durchgang durch die Luft ausgesetzt ist, muss er im Allgemeinen in Farben zerlegt werden. Jeder ins Auge kommende weisse Strahl muss sich aus farbigen Strahlen zusammensetzen, welche verschiedene Wege durch die Atmosphäre genommen haben. Nur Sterne, die im Zenith des Beobachters stehen, können Strahlen weissen Lichtes in sein Auge senden, deren Bestandtheile solchen Brechungen nicht ausgesetzt gewesen sind. Strahlen dagegen, welche das weisse Bild eines im Horizonte befindlichen Sternes im Auge erregen, sind an ganz verschiedenen Stellen in die Atmosphäre getreten, der rothe nach MOSCOTTI's Rechnungen etwa 10 m tiefer, wie der violette. Derartige Strahlen verschiedener Farbe haben also verschiedene Wege durch die Atmosphäre zurückgelegt, ihre Wellenflächen zeigen also nicht an den nämlichen Stellen die nämlichen Verkrümmungen, es werden in ihnen für gewöhnlich nicht Stellen gleicher Helligkeit zusammenfallen. Die Farbe, in der ein solcher Stern erscheint, muss dann von den im betreffenden Augenblicke in grösster Stärke vorhandenen Strahlen abhängen und mit diesen in fortwährendem Wechsel begriffen sein. Das drückt sich in dem Vorhandensein der von WOLFF und RESPIGHI im Spectro-Scintillometer beobachteten dunkeln Streifen aus. Auch die Bewegung der Streifen vom Violett zum Roth, wenn die Sterne, die sie hervorrufen, im Osten stehen, und vom Roth zum Violett bei im Westen leuchtenden Sternen ist nur eine Folge der gemachten Annahme. Sind nämlich in Fig. 422 die beiden concentrischen Kreise Theile der Erdoberfläche und der Grenzfläche der Atmosphäre, ist OW der Horizont eines Ortes der ersteren A, sind r_o und v_o, r_w und v_w die rothen und violetten Strahlen, welche in A das weisse Bild eines tief im Osten und eines tief im Westen stehenden Sternes geben, so werden die eine Ablenkung der Strahlen bewirkenden Luftschichten, welche Stellen geringer Helligkeit in der Wellenfläche hervorrufen, im Osten zuerst den violetten, im Westen zuerst den rothen Strahl treffen. Die dunkeln Streifen müssen also in der von RESPIGHI beobachteten Weise das Spectrum durchziehen, vorausgesetzt dass gewöhnliche atmosphärische Verhältnisse obwalten, bei denen solche Luftströmungen sicher so lange andauern, als der Stern sich um den von seinem Spectrum eingenommenen Winkel hebt oder senkt. Wie wir sahen, ist dazu für einen Stern in 10° Höhe eine halbe Secunde erforderlich; die etwas längere Zeit für tiefer stehende Sterne würde keine andere Erklärung nöthig machen. Die Bewegungsrichtung der Streifen, im Horizonte parallel, in grösseren Höhen senkrecht zur Richtung der Farbengrenzen des horizontalen Spectrums ergiebt sich unmittelbar aus der Figur. Da die Streifen von der Form abhängen, welche die Wellenfläche in dem betreffenden Augenblicke zeigt, so scheint es nicht nöthig eine sie hervorrufende schmale Schicht in der Höhe der Atmosphäre anzunehmen.



(A 422.)

Dass die Planeten mit genügend grossem scheinbarem Durchmesser nicht glitzern, ergiebt sich in der nämlichen Weise, wie die Abwesenheit des Glitzerns in sehr grossen Fernrohren. Es treffen in der Pupille eine so grosse Anzahl Strahlen zusammen, von denen jeder für sich scintillirt, dass immer genügend viele vorhanden sind, welche sich im Maximum und Minimum der Lichtstärke befinden, um dem Bilde des Planeten eine gleich bleibende Helligkeit zu bewahren. E. GERLAND.

Sonne. Die Sonne, der Mittelpunkt unseres Planetensystemes, stellt sich dem Auge als eine nahe gleichmässig helle Scheibe von ungefähr dem gleichen Durchmesser wie der Mond dar. Dass nichtsdestoweniger ihre wahren Dimensionen sehr verschieden sind, musste natürlich erkannt werden, sobald man über das Verhältniss der Entfernungen der beiden Himmelskörper richtige Ansichten erhielt. Solange für die letzteren die aus dem Alterthume überkommenen Kenntnisse maassgebend waren, wusste man nur, dass die Sonne bedeutend grösser wäre, als der Mond, und die diesbezüglichen Verhältnisszahlen waren ja an sich auch gar nicht unbeträchtlich; allein, dass die Sonnenmasse gegenüber den Massen nicht nur des Mondes, sondern auch der Erde und der übrigen Planeten ein ganz unvergleichliches Uebergewicht habe, ward man erst inne, seitdem die Sonnenparallaxe wenigstens annähernd in ihrer richtigen Grösse gefunden worden war. Ueber die Bestimmung der letzteren, über die zu verschiedenen Zeiten angenommenen Werthe derselben, sowie über den jetzt als wahrscheinlichsten geltenden Werth braucht hier nichts wiederholt zu werden, da bereits an verschiedenen anderen Stellen hiervon die Rede war.

Ueber die scheinbaren und wahren Durchmesser und einige andere Constanten s. die Tabelle im Artikel »Mechanik des Himmels«, II. Bd., pag. 303. Ergänzend mag hier nur erwähnt werden, dass einem Sehwinkel von 1" im Mittelpunkt der Sonnenoberfläche eine lineare Entfernung von $\frac{1388600}{1920} = 725$ *km* entspricht.

Um sich von dem wahren Durchmesser der Sonne wenigstens annähernd eine Vorstellung machen zu können, genügt es zu erwähnen, dass die Entfernung des Mondes von der Erde etwa 0·55 Sonnenhalbmesser beträgt, daher die Erde mit dem sie in der wahren Enfernung umkreisenden Monde bequem im Innern der Sonne Platz findet.

Ebenso mag nur kurz bemerkt werden, dass die Summe der Massen sämmtlicher um die Sonne kreisenden Planeten noch nicht $\frac{1}{745}$ der Sonnenmasse erreicht.

Die Dichte der Sonne ist verhältnissmässig gering, wie leicht eine Vergleichung des Volumens mit der Masse lehrt; sie beträgt 0·253 der Erddichte oder 1·406 der Dichte des Wassers.

Eine merkliche Abplattung wurde bisher an der Sonne nicht gefunden.

Bei allen theoretischen Untersuchungen über die Bewegung der Himmelskörper um die Sonne ist eine genaue Kenntniss der Erdbewegung unbedingte Voraussetzung; diese letztere muss für alle Störungsrechnungen, sowie auch für alle Beobachtungen als genügend sicher bekannt angesehen werden. Die Kenntniss der wahren Rectascension der Sonne für einen gegebenen Zeitmoment in Verbindung mit der bekannten Bewegung der Sonne gestatten es, die wahre Rectascension derselben zu irgend einem Zeitmomente anzugeben und umgekehrt. Die Ableitung einer solchen[1]) aus Beobachtungen, die sich über ein längeres

---

[1]) s. den Artikel »Nutation«.

Zeitintervall erstreckten, ist ebenfalls nur unter der Voraussetzung der Kenntniss der Sonnenbewegung möglich; eben dasselbe gilt auch bezüglich der Deklinationen.

Für die Berechnung der Störungen und zwar zunächst der speciellen Störungen, welche die Himmelskörper (Kometen, kleine Planeten) bei ihrer Bewegung um die Sonne erfahren, ist, wie aus dem Artikel »Mechanik des Himmels« folgt, die Kenntniss der Coordinaten der Sonne nöthig, welche aus der bekannten Bewegung der Sonne in Länge und ihrer jeweiligen Entfernung von der Erde direkt berechnet werden können.

Die erwähnten Constanten werden aus den Sonnentafeln entnommen. Zur Erleichterung der Rechnung giebt überdies das »Berliner Astronomische Jahrbuch« die rechtwinkligen Coordinaten der Sonne unmittelbar in der für die Rechnung bequemsten Form.

Die Sonne ist aber nicht nur der Mittelpunkt des Planetensystemes im engeren, mechanischen Sinne; sie ist es auch im weiteren Sinne; sie ist für die sie umkreisenden Planeten die Spenderin von Licht und Wärme, und damit die Quelle jedes vegetativen und animalischen Lebens. Würde die Sonne plötzlich erlöschen, so würde alles in Nacht und Eis erstarren. So ist denn auch die Frage begreiflich, woher die Sonne das Licht und die Wärme nimmt, die sie in schier endloser Menge in den Weltraum ausstrahlt und von welcher ein äusserst kleiner Bruchtheil genügt[1]), um auf der Erde einen beständigen Wechsel, ein Entstehen und Vergehen »das Leben« zu erhalten. Die Beantwortung dieser Frage setzt aber eine genauere Kenntniss der Vorgänge auf der Sonne voraus, eine Kenntniss, welche wir kaum erst in ihren Anfängen und erst seit nicht allzu langer Zeit haben.

Im Alterthum dachte man daran, dass die Sonne durch Verbrennung selbstleuchtend wäre; ja HERODOT berichtet, dass manche beim Untergange derselben und beim Untertauchen derselben in den Oceanos das Zischen der verlöschenden Flammen gehört hätten. Ueber das Räthselhafte des Wiederaufleuchtens am Morgen half man sich durch die Annahme einer dieselbe anfachenden Gottheit hinweg. Aber selbst in historischer Zeit, als bereits ernsteres Denken der sagenhaften Ueberlieferung Platz machte, blieb die Sonne der brennende und leuchtende Körper, das Bild der Reinheit und Makellosigkeit.

Der erste Schritt zu einer Umwälzung geschah bald nach der Erfindung des Fernrohres durch die Entdeckung der Sonnenflecke durch FABRICIUS, GALILEI und SCHEINER[2]).

Die alsbald entdeckte Bewegung der Flecke konnte einer doppelten Ursache zugeschrieben werden: entweder waren es Satelliten, welche in grösserer Nähe die Sonne umkreisten, eine Annahme, welche von SCHEINER ausgesprochen wurde oder aber es waren Körper, die mit der Sonne in fester Verbindung waren und daher auf eine Rotation des Sonnenkörpers deuteten: Wolken in einer Sonnen-

---

[1]) Die Menge des auf die Erde gelangenden Lichtes (und ebenso der Wärme) verhält sich zu den von der Sonne ausgestrahlten, wie der Flächeninhalt, der von der Sonne aus gesehenen Erdscheibe zur Oberfläche des gesammten Himmelsgewolbes, ist daher $\frac{8{\cdot}815^2}{4\times 206}$[illegible] $= \frac{1}{10^{10}}$ der gesammten Licht- und Wärmemenge.

[2]) Vergl. den Artikel »Allgemeine Einleitung in die Astronomie«, I. Bd. Uebrigens ist schon 807 n. Chr. Geb. in Europa ein grosser Fleck auf der Sonne gesehen worden, der aber, ebenso wie der 1609 von KEPLER gesehene für Mercur gehalten worden war.

atmosphäre: die Annahme GALILEI's. Dass die erstere Annahme den Thatsachen nicht entsprach, konnte durch die Anwendung der KEPLER'schen Gesetze bald gefunden werden. Es blieb daher die zweite Annahme, welche aber zwei Voraussetzungen enthielt, nämlich die Annahme einer Sonnenatmosphäre und zweitens die Annahme von in derselben suspendirten Stoffen, welche sich zeitweise zu längere Zeit überdauernden Wolken verdichteten. Diese Annahme zu beweisen oder zu widerlegen blieb vorerst unmöglich, und sie erhielt sich lange Zeit, bis der WILSON in Glasgow, gestützt auf seine Beobachtungen, 1769[1]) die Annahme entgegensetzte, dass die Sonnenflecken Vertiefungen in der Sonnenatmosphäre waren, durche welche man auf den dunklen Sonnenkörper hindurchsehe. Diese Hypothese wurde auch von HERSCHEL adoptirt und weiter entwickelt und blieb die herrschende, bis die grossen Entdeckungen KIRCHHOFF's die Mangelhaftigkeit derselben darthaten.

Eine der auffälligsten Erscheinungen bei totalen Sonnenfinsternissen, der in dem Momente der totalen Verfinsterung rings um den verfinsterten Mond auftretende, von einem leuchtenden Raum ausgehende Strahlenkranz: die Corona, war schon PLUTARCH bekannt. Er beschrieb sie als eine Lichtmasse rund um die Sonne, wodurch die Finsterniss bedeutend vermindert wurde. KEPLER hielt sie für eine der Mondatmosphäre zugehörige Erscheinung, welche Ansicht auch die folgenden Jahrhunderte beherrschte. VASSENIUS beobachtete dieselbe während der Finsterniss am 2. Mai 1733 und gab von derselben die erste zutreffende Beschreibung als eine Aureole oder einen Heiligenschein, von einem schmalen weissen Ringe ausgehend. Er sah auch bereits riesige Erhebungen innerhalb dieses Ringes, die später als Protuberanzen bezeichneten Gebilde, welche er auch als der Mondatmosphäre angehörig, ansah[2]).

Ausser diesen wenigen angeführten Thatsachen war bis in den Anfang unseres Jahrhunderts über die Sonne nichts bekannt. Auch das 19. Jahrhundert brachte anfänglich keine wesentliche Erweiterung der Kenntnisse über die Sonne, bis es der Anwendung der Photographie und namentlich der Spectroskopie gelang, einen Einblick über die Natur des Sonnenkörpers zu eröffnen. Die weitere historische Darstellung würde aber viel zu sehr an dem Mangel leiden, dass zusammengehöriges getrennt werden müsste, weshalb nach den obigen kurzen historischen Bemerkungen besser der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse zusammenfassend dargestellt wird.

Ueber die Beobachtungsmethode braucht hier nicht viel angeführt zu werden; man findet das betreffende (farbige Gläser, helioskopische Oculare, Sonnenphotographie, Spectroskopie u. s. w.) anderweitig eingehend dargestellt und kann hier auf die Artikel »Astrophotographie«, »Astrophotometrie« und »Astrospectroskopie« hingewiesen werden.

Ohne zunächst auf die Frage nach der Constitution des Sonneninneren einzugehen, kann als sicher angenommen werden, dass die sichtbare, leuchtende und Wärme ausstrahlende Sonnenoberfläche einem jedenfalls in sehr hoher Temperatur glühenden Gase angehört. Diese Annahme kann als unumstösslich angesehen werden, da bei derjenigen Temperatur, welche im Stande ist, so ausserordentliche Wärme- und Lichtmengen auszustrahlen, alle bekannten festen Körper der Erde den gasförmigen Zustand annehmen müssen. Auch ist diese Annahme allen älteren und neueren Hypothesen über das Wesen des

---

[1]) Phil. Trans. für 1774. Bd. 64.

[2]) Phil. Trans. Bd. 38, pag. 135.

Sonnenkörpers gemeinschaftlich. Wie tief sich diese Gasmasse ins innere erstreckt, und ob sie von anderen Gasmassen überlagert ist, die sich unter ähnlichen oder anderen physikalischen Bedingungen befinden, bleibt dabei zunächst unerörtert. Diese glühende, leuchtende und Wärme aussendende Gasmasse erhielt den Namen Photosphäre.

Ueber die Intensität der Lichtstrahlung der einzelnen Theile der Photosphäre wurde bereits im I. Bande, pag. 332 gesprochen. Es gilt jedoch auch dasselbe für die Wärmestrahlen und für die chemisch wirksamen Strahlen. Es beträgt die Intensität

in der Entfernung vom Centrum	der Wärmestrahlen nach LANGLEY	der Lichtstrahlen nach PICKERING	der chemisch wirksamen Strahlen nach VOGEL
0·00	100	100	100
0·25	99	97	98
0·50	95	91	90
0·75	86	79	66
0·95	62	55	25
0·98	50	*	18
1·00	*	37	13.

Da die Absorption der chemisch wirksamen Strahlen am stärksten ist, so würde die Sonne ohne Atmosphäre heisser und mehr blau sein.

Das für das Auge gleichmässige, wenn der Ausdruck gestattet ist, homogen erscheinende Aussehen der Sonnenoberfläche hält der genaueren Untersuchung nicht Stand. Bei genauerer Beobachtung sieht die Oberfläche eigenthümlich gekörnt, granulirt aus. HERSCHEL nannte die Körner Wrinkles = Runzeln. STONE und SECCHI verglichen die Granula mit Reiskörnern, die in einer Flüssigkeit suspendirt sind; NASMYTH mit Weidenblättern *(willow-leaves)*, denen sie in seinen Darstellungen auch nicht unähnlich sehen; doch wurden dieselben anderweitig nicht bestätigt. LANGLEY fand, dass dieselben aus Haufen ausserordentlich kleiner Lichtpunkte zusammengesetzt sind; nach ihm rührt dieses Aussehen der Photosphäre von einer wollig-wolkigen Beschaffenheit derselben her. Nach SECCHI sind die Granulationen Spitzen von Lichtkegeln, deren Durchmesser an der Basis dem scheinbaren Durchmesser von $\frac{1}{3}''$ entsprechend 240—260 *km* beträgt.

Auf seinen photographischen Platten fand JANSSEN[1]), dass die Vertheilung der Granula nicht gleichmässig ist, sondern dass sie an einzelnen Stellen wohl definirt, scharf begrenzt sind, während sie an anderen Stellen verwaschen, diffus ineinander übergehend, wie mit einem Schleier überzogen sind. Die einzelnen Stellen mit scharf begrenzten Granula werden so von denjenigen der anderen Art durchflochten, dass die Oberfläche ein netzförmiges Aussehen erhält, so dass JANSSEN von einem photosphärischen Netz *(réseau photosphérique)* spricht. Später haben JANSSEN und HUGGINS eine auffallend spiralige Anordnung der Granula beobachtet. Daraus schloss JANSSEN, dass die verschiedene Deutlichkeit der Granula durch die Unruhe der Sonnenatmosphäre hervorgerufen wird; die Zonen der deutlich sichtbaren Granula wären hiernach jene, wo die Sonnenatmosphäre ausnehmend ruhig und klar ist, während die Zonen der Undeutlichkeit jene wären, in denen der Einblick in die tieferen Schichten durch die Unruhe der darüber liegenden getrübt ist.

Viel deutlicher als diese ausserordentlich kleinen Granula, ja nicht allein sehen mit dem freien, bloss mit einem Schutzglase versehenen Auge sichtbar

[1]) Compt. rend. 1877 II, pag. 775.

sind die Sonnenflecken So mannigfaltig ihr Aussehen und ihre Grösse ist, haben doch alle einen gemeinschaftlichen Typus: einen dunkeln Kern und meistens einen diesen umgebenden lichteren Halbschatten oder Hof, die Penumbra.

Ihre Grösse ist sehr verschieden; von kleinen, nur bei Anwendung starker Vergrösserung wahrnehmbaren bis zu Flecken von 2′ bis 3′ Durchmesser und selbst grössere. Bei schwachen Vergrösserungen oft rundlich, stellen sie sich bei starken Vergrösserungen in den verschiedensten unregelmässigen Formen dar. Sie erscheinen vereinzelt, oder auch in Gruppen. Manche Flecken zeichnen sich durch ausserordentliche Consistenz aus, sie bleiben durch mehrere Wochen mit geringen Veränderungen bestehen und können leicht bei ihrer Rotation verfolgt, und durch mehrere Rotationen wiedererkannt werden. Andere Flecke hingegen sind ausserordentlich unbeständig, verändern ihre Gestalt, und zwar sowohl diejenige des Kernes, wie diejenige der Penumbra von Tag zu Tag, oft von Stunde zu Stunde. Mitunter erscheinen Flecke rasch und verschwinden dann ebenso rasch wieder. Langsam entstehende sind meist auch sehr beständig; am beständigsten sind die nahe kreisförmigen; im Begriffe zu verschwinden, treten manche oft neuerdings wieder deutlicher hervor. Mitunter beobachtet man eine Theilung der Flecken durch Lichtbrücken, welche über die Flecke hinüberziehen. C. H. F. PETERS beobachtete solche, welche mit blitzartiger Geschwindigkeit über den Fleck hinüberschiessen. An anderen Flecken treten nach SECCHI rosenfarbige Schleier auf, welche grosse Theile, selbst die ganzen Flecken überlagern (Fig. 423).



(A. 423.)
Sonnenflecke; nach SECCHI »die Sonne«, deutsch von H. SCHELLEN, pag. 78.

Nach YOUNG beträgt die mittlere Dauer eines Fleckes 2—3 Monate; die längste Dauer eines Fleckens, welche er zu beobachten Gelegenheit hatte, betrug 18 Monate.

Aus der Beobachtungsreihe von CARRINGTON fand SECCHI eine gewisse Gesetzmässigkeit in dem Auftreten, der Orts- und Formveränderung der Flecke, welche er aus seinen eigenen Beobachtungen bestätigt fand und welche er folgendermaassen zusammenfasst[1]):

1) »So oft ein Fleck sich theilt oder eine bedeutende Formveränderung erleidet, beobachtet man immer eine heftige und ungestüme Bewegung, und zwar eine Art Sprung nach vorwärts.

2) Die grossen Flecke, selbst wenn sie von langer Dauer sind, bleiben von diesen plötzlichen Bewegungen nicht frei; man sieht sogar, wie die Kraft, welche sie erzeugt, von Zeit zu Zeit von neuem in Wirksamkeit tritt und wie die Dauer des Flecks durch diese wiederholten Kraftäusserungen sich verlängert.

[1]) SECCHI, »Die Sonne«, deutsch von H. SCHELLEN, pag. 140/1.

3) Die runden und kraterförmigen Flecke zeigen eine grössere Beständigkeit, als die Flecke mit ausgezackten Rändern und mit vielfachen und unregelmässigen Kernen; sie machen oft mehrere Umdrehungen der Sonne mit, ohne sich erheblich zu verändern.

4) Die kleinen und auf der Oberfläche der Photosphäre liegenden Flecke haben sehr unregelmässige Bewegungen; dasselbe gilt auch von den grossen Flecken zur Zeit ihrer Bildung, und wenn sie auf dem Punkte stehen, zu verschwinden.

5) So oft ein Fleck seine Form ändert oder ein anderer sich in seiner Nähe bildet, bemerkt man an ihm eine Störung oder eine Ortsveränderung.

6) Die grossen Flecke kommen oft nach ihrer Auflösung etwas entfernt von ihrer ursprünglichen Stellung aber stets in der Richtung nach vorwärts wieder zum Vorschein.«

Die Kerne der Flecken erscheinen dem Auge schwarz. Sie sind es aber nur durch den Contrast gegen den hellen Hintergrund. Bei Planetenvorübergängen sind die Flecke gegenüber der dunkeln Planetenscheibe ziemlich hell; ebenso sieht man bei Sonnenfinsternissen die an den Rändern befindlichen Flecken vor oder nach der vollständigen Verfinsterung in braungrauer Farbe. Dabei zeigen sich auch im Kerne selbst noch wesentlich dunklere Stellen, wie Löcher. Nach Langley sind die dunkelsten Sonnenflecke noch 500 Mal heller als der Vollmond. Die Intensitätsverhältnisse zwischen Sonnenoberfläche, Penumbra und Kern fand Herschel gleich 1000: 469: 7; Vogel gleich 1000: 630: 67.

Die Penumbra ist meist strahlig, so dass die Strahlen von dem Kerne gegen den Rand zu verlaufen; ihre Breite ist meist gleich dem Durchmesser des Fleckens; bei grossen Flecken hat Secchi mitunter die Penumbra in einer spiraligen oder wirbelnden Bewegung zu sehen geglaubt; doch kommt diese Erscheinung nur in äusserst wenigen Fällen vor, und hat man es dabei nach Young mit rein zufälligen Erscheinungen zu thun.

Das Spectrum der Penumbra und der Flecken ist demjenigen des Sonnenkörpers ähnlich, nur dunkler. Secchi sah einzelne der Fraunhofer'schen Linien verbreitert, die Natriumlinien stark hervortretend; die Wasserstofflinie oft umgekehrt, nämlich hell[1]).

Im Gegensatz zu den dunkeln Flecken sieht man in der gekörnten Sonnenoberfläche auch helle Flecken, welche in der Verschiedenheit ihres Aussehens sowie in ihrer Veränderlichkeit den Flecken nicht nachstehen, und welche mit den Granula in keiner eigentlichen Beziehung stehen. Da dieselben jedenfalls stark leuchtenden Stellen der Photosphäre entsprechen, gleichgültig, ob es sich hierbei um wirkliche Lichtausbrüche, um plötzlich aufleuchtende Stellen oder um eine andere Genese derselben handelt, so wurden dieselben als Fackeln bezeichnet. Auch die Lichtbrücken, welche mitunter quer über die Flecke ziehen, von denen bereits oben die Rede war, können als Fackeln angesehen werden, wie denn auch meist vor der Bildung der Flecken, namentlich die plötzlich oder mit grosser Schnelligkeit entstehenden an der betreffenden Stelle zuerst ein Auftreten von Fackeln beobachtet wird. Bei langsam entstehenden Flecken vermisst man oft dieses Stadium der Fackelbildung, und Secchi ist der Meinung, dass diese sich aus den sich nach und nach vergrössernden Granulationen der Photosphäre entwickeln; durch Confluenz zu einer gewissen Grösse gelangt bilden dieselben Poren, welche sich noch weiter vergrössern und dann zu

[1]) Von den Fackeln herrührend.

Penumbra bekommen. Meist vollzieht sich dieser Process in weniger als einem Tage.

Umgekehrt sieht man auch Fackeln auftreten, ohne dass sich an dieser Stelle nachher ein Fleck bildet; derartige Fackeln gehören aber zu den ephemersten Erscheinungen, und sind nie längere Zeit zu beobachten.

Die Flecken verändern ihre Lage auf der Sonnenoberfläche; sie wandern über dieselbe hinweg, und behalten dabei, wenigstens genähert, ihre gegenseitige Lage unverändert bei. Da sie ebenso lange auf der Sonnenscheibe sichtbar sind, wie in der Zwischenzeit unsichtbar, so müssen sie der Sonne aufgelagert sein, d. h. sie rotiren mit der Sonne. Ihre Bahn erscheint aber nicht zu allen Zeiten geradlinig, woraus weiter folgt, dass der Sonnenäquator gegen die Ekliptik geneigt ist. SCHEINER beobachtete zur Bestimmung der Lage des Sonnenäquators (nach seiner Auffassung die Lage der Bahn der Satelliten) die Zeit, zu welcher ihr Weg geradlinig war, und zur Bestimmung der Neigung das Verhältniss der beiden Halbaxen der von denselben beschriebenen Ellipsen zur Zeit der grössten Oeffnung derselben. Die späteren Beobachter schlugen anfänglich denselben Weg ein; in neuerer Zeit bedient man sich der Bestimmung aus einer grossen Zahl von Beobachtungen nach dem im Artikel »Mechanik des Himmels« (II Bd., pag. 460) angedeuteten Principe. Man wählt hierzu am zweckmässigsten die nahe kreisförmigen, sehr constanten Flecken. Immerhin liegt in der grossen Veränderlichkeit eine, wenn auch nicht die einzige Schwierigkeit, welche sich diesen Bestimmungen entgegenstellt. Die Resultate sind nach

		Rotationszeit	Neigung	Knoten [1])
SCHEINER	1675	25·33^d	7°·5	69—70°
CASSINI	1678	25·58	7·5	70°·2
LALANDE	1776	25·42	7·3	78
DELAMBRE	1775	25·01	7·3	80·3
BIANCHI	1839	25·35	—	—
LAUGIER	1840	25·34	7·1	75·1
PETERSEN	1841	—	6·8	73·5
CARRINGTON	1853—1860	25·38	7° 15′	73° 57′
SPÖRER	1861—1868	25·234	6° 57′	74° 37′.

Die Uebereinstimmung der Resultate ist angesichts der Schwierigkeit der Beobachtungen eine sehr gute. Die Beobachtung der Linienverschiebungen an den beiden Sonnenrändern am Aequator ergab eine Rotationszeit von 25·6^d entsprechend einer linearen Geschwindigkeit von 2 *km* per Secunde.

Die fortgesetzten Beobachtungen ergaben aber verschiedene, in mehrfacher Richtung bemerkenswerthe Resultate.

1) Es fand sich, dass die Flecken nicht in allen Gegenden der Sonne gleich häufig auftraten. Am Aequator sowie an den Polen kommen keine Flecken vor. Sie treten in zwei Zonen zwischen 10° und 30° nördlicher und südlicher heliographischer Breite auf; die Maxima fallen durchschnittlich auf etwa ± 17° [2]).

2) Fand sich, dass die Rotationsgeschwindigkeit am Aequator grösser ist, als an den Polen; die Rotationsdauer beträgt, nach Beobachtungen von Aequatorflecken 25·1^d, nach Beobachtungen von Flecken in der Breite von 30° jedoch

[1]) Die Erde geht durch den Sonnenäquator am 31. Juni und 3. December. Von Juni bis December ist der Nordpol der Sonne gegen die Erde gerichtet.

[2]) Ueber die Veränderlichkeit des Ortes des Maximums, s. pag. 68.

$26{\cdot}5^d$. Ist ξ die tägliche heliocentrische Rotation in der heliographischen Breite λ, so ist nach

CARRINGTON: $\xi = 865' - 165' \sin^{\frac{7}{4}} \lambda$

FAYE: $\xi = 862' - 186' \sin^2 \lambda$

SPÖRER: $\xi = 16^\circ{\cdot}8475 - 3^\circ{\cdot}3812 \sin(\lambda + 41^\circ\ 13')$

ZÖLLNER: $\xi = \frac{A - B \sin^2 \lambda}{\cos \lambda}$; $A = 863'{\cdot}8$

$B = 613'{\cdot}2$ für die nördliche Halbkugel
$631{\cdot}1$ für die südliche Halbkugel.

CARRINGTON fand übrigens bereits eine Bewegung in Breite und zwar eine Entfernung der Flecke vom Aequator zum Pol und zwar für die nördliche Halbkugel unzweideutig, für die südliche Hemisphäre mit grosser Wahrscheinlichkeit.

Einzelne der angeführten Formeln gründeten sich auf theoretische Untersuchungen. Auch in neuerer Zeit wurden mehrfach theoretische Untersuchungen vorgenommen, um auf rein mechanische Principien gestützt, das Rotationsgesetz der Flecken abzuleiten. In erster Linie wären hier zu nennen die Untersuchungen von HARZER »Ueber die Rotationsbewegung der Sonne«[1]) und WILSING »Ueber das Rotationsgesetz der Sonne und die Periodicität der Sonnenflecke«[2]), auf welche in Kürze eingegangen werden muss. HARZER findet, dass sich die Rotationsbewegungen darstellen lassen in der Form

$$\xi = a\sqrt{1 - b \cos^2 \lambda}$$

oder numerisch

$$\xi = 14^\circ{\cdot}112\sqrt{1 - 0{\cdot}5914 \cos^2 \lambda}.$$

Diese Formel ist keine blosse Interpolationsformel, sondern auch theoretisch begründet. Zunächst bemerkt HARZER, dass nach den Versuchen von BELOPOLSKY[3]) die von anderen Forschern zur Erklärung herangezogene innere Reibung keine oder doch nur eine sehr unwesentliche Rolle spielt; von dieser abgesehen wird dann aus den allgemeinen Bewegungsgleichungen für eine Gasmasse der Satz bewiesen: »Nimmt man an, dass in einer rotirenden Gasmasse die Dichtigkeit und Temperatur allein von der Entfernung vom Schwerpunkte der Gasmasse und der Poldistanz abhängt, und dass die Schichten gleicher Dichtigkeit, wie auch die gleicher Temperatur geschlossene, weder sich gegenseitig, noch die freie Oberfläche der Gasmasse schneidende, wenig von concentrischen Kugeln abweichende Rotationsflächen seien, deren Rotationsaxen mit der Rotationsaxe der Gasmasse zusammenfallen, und die durch den Aequator in zwei symmetrische Hälften zerlegt werden, so besteht für das Quadrat der Rotationsgeschwindigkeit eine nach Potenzen von $\mu^2 = \cos^2 \lambda$ fortschreitende Reihe, deren Coefficienten nur von der Entfernung r abhängen, also für die äusserst nahe kugelförmige Sonnenoberfläche constant sind«[4]). Dieser Satz giebt aber mit Weglassung der höheren Potenzen von μ^2 die von HARZER angegebene oben mitgetheilte Form.

WILSING macht über den Aggregatzustand der Sonne keine Annahme, und nimmt nur an, dass alle Theile auf demselben Parallel dieselbe Rotationsgeschwindigkeit haben, und Aenderungen in derselben nur nach Maassgabe der inneren Reibung stattfinden. Das Resultat seiner Untersuchungen fasst er in folgenden Worten zusammen: »Man denke sich den Centralkörper der Sonne

---

[1]) »Astron. Nachrichten«, Bd. 127, pag. 17 ff.

[2]) »Astron. Nachrichten«, Bd. 127, pag. 233 ff.

[3]) »Astron. Nachrichten« No. 2954.

[4]) l. c., pag. 18.

mit einer ausgedehnten, kugelförmig gestalteten, incompressiblen Hülle umgeben, deren innerer Reibungscoëfficient von gleicher Ordnung ist, wie derjenige der Gase bei normalem Druck, aber hoher Temperatur. Die innere Reibung strebt, wenn der Centralkörper wie ein starres System rotirt, während die Winkelgeschwindigkeiten in der Hülle ursprünglich von einander verschieden sind, die Geschwindigkeitsunterschiede auszugleichen, aber der Zeitraum, welcher erforderlich ist, um durch Beobachtungen nachweisbare Veränderungen hervorzubringen, muss als sehr beträchtlich angesehen werden. Dieser Schluss lässt sich unter Voraussetzungen, welche sich den wirklich vorhandenen Verhältnissen enger anschliessen, auf eine compressible Hülle ausdehnen«[1]) und endlich: »Die Sonne besitzt eine ausgedehnte Hülle, in welcher Temperatur und Dichtigkeit mit der Entfernung vom Mittelpunkte abnehmen. Die der Mitte zunächst befindliche Masse rotirt wie ein starres System. Die Begrenzung des so definirten Centralkörpers fällt nicht mit der Fläche, welcher die Flecke angehören, zusammen; sein Durchmesser ist kleiner als der Durchmesser dieser Fläche. Die ihn umhüllende Materie bewegt sich um dieselbe Axe, doch hat sie auf verschiedenen Parallelkreisen verschiedene Winkelgeschwindigkeiten. Die Unterschiede der mittleren Geschwindigkeiten werden in der Bewegung der Flecke bemerkbar[2]).

3) Es findet sich eine Periodicität in der Häufigkeit der Flecken. Obzwar dieselbe auch schon im vorigen Jahrhundert erkannt worden war (wie es scheint zum ersten Male von HORREBOW 1776), wurden doch genauere Untersuchungen hierüber erst im Anfange des 19. Jahrhunderts unternommen. SCHWABE beschäftigte sich mit diesem Gegenstand ununterbrochen zwischen 1828 und 1868; zahlreiche Beobachtungen rühren weiter aus späterer Zeit her von R. WOLF in Zürich[3]); ferner von BALFOUR STEWART und WARREN DE LA RUE[4]) und endlich von SPÖRER in Potsdam. Die Erscheinung besteht darin, dass stets nach Verlauf von etwa 11⅓ Jahren ein Maximum der Häufigkeit auftritt. Nach demselben tritt dann eine Abnahme der Häufigkeit auf, bis zu einem Minimum, von wo wieder ein stetiges Anwachsen ersichtlich ist. Die Erscheinung wiederholt sich aber nicht in ganz gleichmässiger Regelmässigkeit, indem nebst dieser kleineren Periode noch eine grössere Periode von etwa 55½ Jahren superponirt ist.

Die Häufigkeit, d. i. die Zahl der Flecke giebt jedoch kein sicheres Bild von der Fleckenthätigkeit (d. i. von der Ausdehnung der Flecken) der Sonne. WARREN DE LA RUE nahm daher bei seinen Untersuchungen auch auf die Grösse der Flecken Rücksicht, indem er die Gesammtfläche derselben in Rechnung zog. Von einer übertrieben grossen Genauigkeit kann und muss man jedoch hierbei absehen, und um das Verfahren abzukürzen, schlug SPÖRER den folgenden Weg ein: Die Flecken wurden in 4 Klassen getheilt; die kleinsten, punktförmigen erhalten die Gewichtszahl 1; die grössten, wohl ausgebildeten das Gewicht 4; dazwischen, je nach ihrer Grösse 2, 3; jeder Fleck dargestellt durch seine zugehörige Gewichtszahl repräsentirt genähert das von ihm eingenommene Areal und die Summe aller Flächen giebt die von den Flecken eingenommene Gesammtfläche[5]). Die für die verschiedenen Jahre oder für verschiedene Rotations-

[1]) l. c., pag. 247.

[2]) l. c., pag. 248/9.

[3]) Vergl. seine »Astronomischen Mittheilungen«.

[4]) »Researches on Solar Physics« in den Phil. trcts für 1869, pag. 1 und 1870, pag. 111.

[5]) Diese ist selbst im Maximum der Häufigkeit noch nicht $\frac{1}{500}$ der Gesammtoberfläche der Sonne.

perioden auf diese Weise erhaltenen Zahlen geben die »SPÖRER'schen Relativzahlen«. Von den an verschiedenen Stellen[1]) publicirten Tabellen gab SPÖRER in den »Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam«, Bd. IV, pag. 414 drei Tafeln, eine für die nördliche, eine für die südliche Hemisphäre, eine für beide gemeinschaftlich, von denen die letztere im Folgenden wiedergegeben ist.

Um vergleichbare Zahlen zu erhalten, sind dabei die Zwischenzeiten zwischen zwei Minimis in zehn Gruppen getheilt, von denen jede nahe dieselbe Anzahl von Rotationsperioden umfasst, und die Häufigkeitszahlen auf die Dauer von 10 Rotationsperioden reducirt. In der letzten Columne ist die heliographische Breite angegeben, in welcher sich für jede der angenommenen Gruppen das Maximum derselben findet. Wie man sieht, ist dasselbe nicht constant; zur Zeit des Minimums sind die meisten Flecken an den beiden Grenzen der Fleckenzone (etwa ± 7 und ± 35°), rücken aber stets näher zum Aequator, so dass beim nächsten Minimum die Zone der grössten Häufigkeit wieder nahe zum Aequator gerückt ist, und wieder ein Häufigkeitsmaximum an der vom Aequator entferntesten Zone aufzutreten beginnt.

	Anzahl der Rotat. Period.			Häufigkeitszahlen nach Zonen von je 5 Graden der heliographischen Breite, reducirt für 10 Rotationsperioden.								Σ	Mittlere heliograph. Breite.
					35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°		
I. Minimum 1856·05	20	1853·86—1855·35	K					12	59	78	12	161	9°6
	16	1855·35—1856·54	A		2				7	20	9	39	32°0 7·8
	15	1856·54—1857·66	B	3	19	49	39	4		5	6	125	26·7 5·3
	15	1857·66—1858·79	C	5	24	82	132	167	41	7	1	461	21·3
Maximum 1860·46	15	1858·79—1859·91	D	1	9	99	147	235	149	114	2	756	17·8
	15	1859·91—1861·03	E	4	19	106	195	269	246	134	28	1000	17·0
	15	1861·03—1862·12	F	3	10	20	70	249	273	159	61	844	14·2
	15	1862·12—1863·24	G			3	33	81	209	198	31	555	12·1
	15	1863·24—1864·35	H				9	35	161	143	48	397	10·4
	15	1864·35—1865·46	I			1	3	34	158	154	39	388	10·3
II. Minimum 1867·17	15	1865·46—1866·58	K					3	54	103	29	188	9·2
	11	1866·58—1867·39	A		5	1	1		13	32	9	61	31°0 8·3
	16	1867·39—1868·58	B	1	4	20	61	51	8	21	1	167	22·0 8·0
	16	1868·58—1869·77	C	22	42	147	153	177	58	13	1	613	22·6
Maximum 1870·84	16	1869·77—1870·95	D	24	31	106	184	304	281	96	19	1044	18·3
	16	1870·95—1872·14	E	14	19	64	100	229	257	134	31	858	16·2
	16	1872·14—1873·33	F	4	13	26	109	157	201	251	42	801	13·8
	16	1873·33—1874·52	G		1	1	20	67	174	111	64	438	11·3
	16	1874·52—1875·70	H				11	40	79	79	17	226	11·4
	16	1875·70—1876·89	I					2	52	27	8	89	10·3
III. Minimum 1878·80	16	1876·89—1878·08	K		1			1	29	41	6	78	9·3
	15	1878·08—1879·19	A	1	1				4	15	5	26	36°0 7·0
	15	1879·19—1880·31	B	2	3	17	26	41	9	5	1	103	21·0 5·4
	15	1880·31—1881·42	C	4	11	17	111	131	53	18		345	19·3
	15	1881·42—1882·53	D		7	61	71	145	147	27	8	465	17·5
	15	1882·53—1883·65	E		1	11	77	121	183	113	13	520	14·3
Maximum 1884·0	15	1883·65—1884·76	F			5	33	101	286	241	50	716	12·0
		1884·76—1885·87	G			3	19	76	193	137	56	483	11·5

[1]) Insbesondere »Astronomische Nachrichten« Bd. 107, pag. 333 und Bd. 110, pag. 401.

Aus der Tabelle ist aber weiter ersichtlich, dass die Zwischenzeit zwischen dem Maximum und dem darauf folgenden Minimum grösser ist, als zwischen diesem und dem nächsten Maximum, dass aber diese Zwischenzeit selbst nicht constant bleibt, indem sie für die dritte betrachtete Fleckenperiode etwas grösser ist. Auch die heliographische Breite der grössten Dichte ist bei den einzelnen Maximis nicht dieselbe. Eine Gesetzmässigkeit in dieser Richtung ist aber bisher nicht gefunden; die Zeit, seit welcher regelmässige und genügend detaillirte Beobachtungen angestellt werden, ist noch zu kurz.

Von den Hypothesen über die Natur der Flecke wurden diejenigen von GALILEI und WILSON bereits erwähnt. WILSON gelangte zu seiner Annahme aus der Beobachtung, dass für jeden Fleck, in dem Maasse als er sich dem Sonnenrande nähert, die Penumbra auf der dem Sonnenrande näheren Seite grösser ist, als auf der dem Centrum näheren, ähnlich wie dieses für eine Vertiefung der Fall sein müsste. CASSINI hatte 1719, als ein auffallend grosser Fleck an den Sonnenrand gelangte, in diesem eine Depression bemerkt, eine Erscheinung, welche später auch von HERSCHEL, WARREN DE LA RUE und SECCHI beobachtet wurde. Meist allerdings wird eine solche Depression von umgebenden Fackeln verdeckt[1].

WILSON gründete hierauf seine Theorie. Nach ihm besteht die Sonne aus einem dunkeln, nicht leuchtenden, festen Kern und einer leuchtenden, dieses umgebenden Gashülle, der Photosphäre. Der Kern des Fleckes ist der durch eine Vertiefung der Photosphäre sichtbare dunkle Kern; die Penumbra wird durch die trichterförmig abfallenden Wälle der Photosphäre gebildet, deren Tiefe er auf etwa 6000 *km* schätzt.

LALANDE adoptirte die Theorie von WILSON nicht, sondern hielt dafür, dass die Kerne die Spitzen von Bergen wären, die sich über das Feuermeer erheben, und deren Abhänge die Penumbra bilden.

HERSCHEL nahm die WILSON'sche Theorie an, ging aber noch weiter; er nahm den Sonnenkern fest, dunkel, kühl, nicht leuchtend, selbst bewohnbar an; umgeben von einer leuchtenden, reflectirenden Atmosphäre, der Photosphäre, welche selbst aus zwei Schichten besteht, von denen die untere, dunklere den Sonnenkörper vor der Strahlung der oberen schützt.

Dass diese Hypothesen falsch sein mussten, folgt leicht schon aus dem Grunde, dass eine feste, dunkle und eine darüber in der höchsten Glühhitze befindliche Gasmasse mit einander völlig unvereinbar sind. Entweder die hohe Temperatur der äusseren Gasmasse müsste den Kern schmelzen, oder die tiefe Temperatur des Kernes müsste zur raschen Abkühlung der Photosphäre führen. Unter allen Umständen müsste eine so rasche Ausgleichung der Temperatur stattfinden, dass ein so differenter Zustand, wie ihn die WILSON'sche Theorie supponirt, nur ganz kurze Zeit bestehen könnte.

Schon 1861 hatte KIRCHHOFF[2]) auf diesen Umstand hingewiesen; nach ihm ist »die wahrscheinlichste Annahme, die man machen kann, die, dass die Sonne aus einem festen oder tropfbar flüssigen, in der höchsten Glühhitze befindlichen Kerne besteht, der umgeben ist von einer Atmosphäre von einer niedrigeren

---

[1]) Kurz mag nur bemerkt werden, dass in neuerer Zeit gegen die Annahme, dass die Sonnenflecke Vertiefungen gegen die äussere Niveauschicht darstellen, Einwand erhoben wurde, so dass auch diese Frage, wenn der Einwurf ernst zu nehmen wäre, wieder zur Discussion käme.

[2]) »Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectren der chemischen Elemente« Abhandlungen der Berliner Academie der Wissenschaften, 1861, pag. 83.

Temperatur.« Er war zu dieser Annahme durch die dunkeln Linien im Spectrum geführt worden, welche ja nur dadurch entstehen können, dass die aus den tieferen Schichten höherer Temperatur und Leuchtkraft ausgesendeten Strahlen in den höheren Schichten von niedrigerer Temperatur absorbirt würden: »Bei der Sonnenatmosphäre sind es Schichten, die in gewisser Höhe über der Oberfläche des Kernes sich befinden, die das meiste zur Bildung der dunkeln Linien des Spectrum beitragen; die untersten Schichten nämlich, die nahe dieselbe Temperatur als der Kern besitzen, verändern das Licht dieses wenig, da sie jedem Lichtstrahl den Verlust an Intensität, den sie durch Absorption herbeiführen durch ihr eigenes Glühen ersetzen.«

1864 hatte SECCHI[1]) und etwas später FAYE[2]) die Annahme eines festen oder flüssigen Kernes fallen gelassen, und einen durch und durch gasförmigen Sonnenkörper angenommen. Hiernach entstehen dann die Flecke durch Ausbrüche von Gasen aus der Tiefe, die sich an der Oberfläche abkühlen, dann herabfallen und absorbirende, weniger leuchtende Massen bilden. ZÖLLNER[3]) behält jedoch die glühendflüssige Natur des Kernes bei, und sieht die Flecken als dunkle, schlackenförmige Massen an, die von Gasausbrüchen (Fackeln) umgeben sind. ZÖLLNER sagt hierüber[4]): »Die Beschaffenheit der Atmosphäre muss die Intensität der Wärmestrahlung der von ihr eingehüllten Sonnenoberfläche in ähnlicher Weise beeinflussen, wie die Beschaffenheit der irdischen Atmosphäre die Wärmeausstrahlung der erwärmten Erdoberfläche beeinflusst. Ist nämlich die Atmosphäre unserer Erde ruhig und wolkenfrei, so ist die durch die nächtliche Ausstrahlung erzeugte Temperaturerniedrigung am stärksten, und als Resultat dieser Ausstrahlung bilden sich je nach der Temperatur Thau oder Reif. In analoger Weise muss die Temperaturerniedrigung der glühendflüssigen Sonnenoberfläche durch Ausstrahlung an denjenigen Stellen am bedeutendsten sein, wo die darüber befindliche Atmosphäre möglichst ruhig und klar ist. An solchen Stellen werden sich die eingetretenen Temperaturerniedrigungen bei hinreichender Grösse auch durch eine Verminderung der Leuchtkraft bemerkbar machen, und hierdurch einem entfernten Beobachter die Erscheinung eines dunkeln Fleckes darbieten müssen.« Hieraus würde auch eine ganz annehmbare Erklärung für die Periodicität der Flecke folgen, indem in jenen Jahren, in denen die Zahl der Flecken am grössten ist, die Ausstrahlung am geringsten, und damit wieder eine geringere Abkühlung, demnach eine Abnahme der Flecken folgen müsste. Hieraus würde aber noch nichts über die Natur der Flecken folgen. Um hierüber ins Klare zu kommen, zieht ZÖLLNER die Eigenschaft der grossen Consistenz heran, aus welcher er auf einen festen Aggregatzustand schliesst; in Folge dessen wären es nach ZÖLLNER Schlacken. Daraus ergiebt sich dann für die Constitution der Sonne die folgende Hypothese[5]): »Die Sonne ist ein glühend flüssiger Körper, umgeben von einer glühenden Atmosphäre; in der letzteren schwebt eine fortdauernd sich erneuernde Decke von leuchtenden, cumulusartigen Wolkengebilden in einem gewissen Abstande über der flüssigen Oberfläche. An solchen Stellen, wo die Wolkendecke sich vermindert oder au-

[1]) »Bulletino Meteorologico dell'Osservatorio del Collegio Romano«, Gennajo 1864.

[2]) »Comptes rendus« Bd. 96, pag. 136.

[3]) »Photometrische Untersuchungen« 1865.

[4]) »Berichte der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.« Mathem. physikal. Klasse vom 12. December 1870, pag. 339.

[5]) »Berichte der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.« Mathem. phys. Klasse vom 7. November 1873.

löst entstehen durch kräftigere Ausstrahlung auf der glühend flüssigen Oberfläche schlackenartige Abkühlungsprodukte. Dieselben liegen folglich tiefer als das allgemeine Niveau der leuchtenden Wolkendecke und bilden die Kerne der Sonnenflecken. Ueber diesen abgekühlten Stellen entstehen absteigende Luftströme, welche um die Küsten der Schlackeninseln eine Circulation der Atmosphäre einleiten, der die Penumbra ihren Ursprung verdankt. Die innerhalb dieses Circulationsgebietes gebildeten wolkenartigen Abkühlungsprodukte werden hinsichtlich ihrer Gestalt und Temperatur durch die Natur der strömenden Bewegung bestimmt. Sie müssen uns daher in Folge ihrer Temperaturerniedrigung weniger leuchtend als die übrige Wolkendecke der Sonnenoberfläche und trichterförmig vertieft durch ihre absteigenden Bewegungen über dem Fleck erscheinen.« Der äussere Rand der Penumbra liegt demnach im Niveau der leuchtenden Wolkendecke; der innere Rand wechselt, wodurch auch die Conturen des Kernes wechselnd erscheinen.

Unerklärt aber bleibt dabei, wieso bei der grossen Temperaturdifferenz zwischen Schlacken und feurigflüssiger Sonnenoberfläche diese Schlacken nicht in der kürzesten Zeit schmelzen. Dass dieses nicht der Fall ist, glaubt ZÖLLNER durch locale Abkühlungen in der Umgebung der Schlacken verursacht. Man sieht aber sofort, dass diese Erklärung unzureichend ist, denn die locale Abkühlung der Umgebung ist nur eine Folge der Temperaturausgleichung, und da das Volumen der Schlacken jedenfalls gegenüber dem Volumen des ganzen Sonnenkörpers als verschwindend klein zu bezeichnen ist, so genügt diese Annahme den Erscheinungen nicht.

Nebst der Constanz der Flecken ist es aber jedenfalls ein unbedingtes Erforderniss, welches an jede Annahme über die Entstehung und die Natur der Flecken gestellt werden muss, auch die eigenthümliche Regelmässigkeit in der Geschwindigkeit ihrer Bewegung, d. h. also ihre Eigenbewegung auf der Sonnenoberfläche, sowie auch die mit den Flecken in unleugbarem Zusammenhange stehenden Fackeln zu erklären. Die Eigenbewegung der Fackeln scheint allerdings von derjenigen der Flecken etwas verschieden zu sein; die zuerst von WILSING[1]) und später von SPÖRER, DUNÉR, STRATANOW, BELOPOLSKY[2]) vorgenommene Bestimmung der Rotationszeit aus Positionsbestimmungen der Fackeln ergaben, dass sich die Bewegungen der Flecken und Fackeln nicht durch denselben Rotationswinkel darstellen lassen; der Unterschied ist aber so gering, dass dieses keinen Grund gegen die Zusammengehörigkeit bilden kann, vielmehr muss dieselbe durch eine besondere Ursache bewirkt werden.

Als Ursache der Eigenbewegung der Flecken sieht ZÖLLNER von den Polen zum Aequator gerichtete Ströme an: »So lange die Schlacken noch nicht durch grössere Ausdehnung und Consistenz in ihrer Beweglichkeit auf der feurig-flüssigen Sonnenoberfläche gehemmt sind, werden sie analog den eratischen Felsblöcken in schwimmenden Eisschollen vermöge der Centrifugalkraft des rotirenden Sonnenkörpers nach den Aequatorialgegenden getrieben werden, wie denn in der That die überwiegende Mehrzahl der Sonnenflecke nur in einer bestimmten Aequatorealzone beobachtet werden«[3]). Allein diese Bewegung zum Aequator

---

[1]) »Ableitung der Rotationsbewegung der Sonne aus Positionsbestimmungen von Fackeln.« Astron. Nachrichten Bd. 119, pag. 311 und »Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam«, IV. Bd. No. 5; ferner »Astron. Nachrichten« Bd. 132, pag. 133.

[2]) Vergl. »Astron. Nachrichten« Bd. 137, pag. 168 und 386.

[3]) »Photometrische Untersuchungen«, pag. 246.

ist nach SECCHI[1]) nur in den Breiten zwischen ± 25° sicher nachweisbar, während sich in grösseren Breiten eher eine Bewegung gegen die Pole zu ergeben würde.

CARRINGTON fand bei den Flecken zwischen 20 und 40° Breite eine Zunahme der Breite von durchschnittlich 2' täglich. RICCO fand aus den Beobachtungen der Flecke 1881, dass bei 15° Breite durchschnittlich keine Aenderung stattfindet. SPÖRER fand in den Zonen über 20° Breite eine Zunahme derselben; von 5° bis 10° eine auffallende Abnahme der Breite und zwischen 10° und 20° findet Zu- und Abnahme in nahe demselben Betrage statt. Die Zunahme der Breite über 20°, bezw. die Abnahme unter 10° Breite erfahren zur Zeit der Fleckenmaxima eine Steigerung. Uebrigens muss bemerkt werden, dass, wenn die Ursache der Bewegung derjenigen der Passatwinde analog wäre, die Geschwindigkeit der Flecken am Aequator am kleinsten sein müsste, da sie aus den Gegenden mit geringerer linearer Rotationsgeschwindigkeit nach solchen mit grösserer gelangen, also hier zurückbleiben würden; thatsächlich aber ist diese Geschwindigkeit im Aequator am grössten.

Nach SECCHI entstehen die Fackeln und Flecken als Produkte von Ausbrüchen aus dem Innern der vollständig gasförmigen Sonnenmasse. »Die Fackeln entstehen durch gewaltige Störungen und heftige Krisen im Innern der Sonne, in Folge deren ihre leuchtende Oberfläche durchbrochen wird, und mehr oder weniger regelmässige Höhlungen bekommt, in welche sich die photosphärischen Massen von der Seite her hereinstürzen. Diese Störungen treten oft plötzlich ein, und verbreiten sich über weite Strecken, so dass das Gleichgewicht nur langsam wieder hergestellt wird. . . . Alles dieses stimmt zur Annahme, dass die Photosphäre aus einem leuchtenden Nebelmeere oder aus condensirten Dämpfen besteht, welche in der glühenden Atmosphäre der Sonne ein ähnliches Verhalten zeigen, wie der Wasserdampf in der Erdatmosphäre«, nur hat man es hier nicht mit Wasserdämpfen zu thun, sondern mit Dämpfen von Metallen. Dieses würde auch die Veränderlichkeit der Flecken erklären — im Gegensatz zur ZÖLLNER'schen Theorie aber wieder nicht die Constanz derselben.

Durch das Hereinstürzen der photosphärischen Massen entsteht nun ein Fleck. Die herausgeschleuderten Massen gelangen nämlich in einen Raum von niedrigerer Temperatur und niedrigerem Druck, werden daher abgekühlt und condensirt, und sinken demnach auf eine gewisse Tiefe in das Feuermeer der Photosphäre ein. Die Tiefe selbst lässt sich allerdings nicht bestimmen. Die rothen Schleier, welche sich mitunter über die Flecken hinziehen, sieht SECCHI[2]) als dem Cirrhus ähnliche Wolken an, während die Flecken den Cumulis vergleichbar wären.

Es ergiebt sich hierbei aber dieselbe Schwierigkeit, wie bei der ZÖLLNER'schen Hypothese: Derartige abgekühlte Stellen könnten wegen der hohen Temperatur der Umgebung nicht lange erhalten bleiben. Von dieser Schwierigkeit frei ist die Annahme[3]), dass in den Gasmassen der Sonnenoberfläche feine Staub- oder Wolkenmassen vertheilt sind, welche selbst bei sehr hoher Temperatur noch immer in einem Zustande der Condensation sich befinden, und im Zustande des Glühens der an sich farblosen Flamme Leuchtkraft verleihen. Dort, wo diese Wolkenschicht durchbrochen ist, wird weniger Leuchtkraft sein

[1]) »Die Sonne«, deutsch von H. SCHELLEN, pag. 155.

[2]) Aehnlich den später zu erwähnenden Protuberanzen. Vergl. auch »Comptes rendus« Bd. 68, pag. 1084.

[3]) ibid., pag. 160.

und daher ein Fleck erscheinen. Die Dunkelheit hat ihre Ursache darin, dass einerseits die leuchtende photosphärische Nebelmasse zum Theil fehlt, andererseits die Lichtstrahlen durch darüber liegende Gasschichten absorbirt werden.

Dieses giebt auch eine Erklärung für das photosphärische Netz. Wir sehen nicht durch eine kühle und ruhige Atmosphäre, sondern durch eine theilweise gasförmige, theilweise pulver- oder auch rauchförmige Atmosphäre »*not through an atmosphere shallow, cool and quiet, like the earths, but through an envelop of matter, partly gaseous and partly, perhaps, pulverulent or smoke-like, many thousand miles in depth, and always most profondly and violently agitated*«[1]), welche die erwähnten Erscheinungen hervorruft.

Die verschiedene Rotationsgeschwindigkeit erklärt FAYE dadurch, dass die aufsteigenden Ströme aus verschiedenen Tiefen kommen, welche gegen die Pole zu abnehmen. Hieraus entstehen Ströme parallel zum Aequator, welche im Aequator selbst und an den Polen verschwinden, und am stärksten in mittleren Breiten sind Im Gefolge hiervon müssen aber weiter cyclonenartige Wirbelstürme entstehen, die ihrerseits die Wolken kühlerer Gase, welche darüber lagen, nach abwärts saugen. Die Form, unter welcher sich diese Wirbel sowie die Wolken darstellen, ist von vielen Umständen abhängig. YOUNG hebt hiergegen hervor, dass unter diesen Umständen alle Flecken Wirbel zeigen müssten, u. z. die nördlichen von der Erde aus gesehen in der Richtung eines Uhrzeigers, die südlichen in entgegengesetzter Richtung, dass dieses jedoch nicht der Fall ist, sondern man nur sehr wenige Wirbel in den Flecken findet, und bezüglich der Richtung derselben überhaupt keine Gesetzmässigkeit herrscht, so dass man sogar in demselben Fleck oder in einer Fleckengruppe Wirbel von entgegengesetzter Richtung findet. Weiter ist hervorzuheben, dass FAYE die Bewegung der Flecke aus der verschiedenen Tiefe der aufsteigenden Ströme erklärt, aber die Ursache dieser verschiedenen Tiefe unerörtert lässt.

Ueber das Wesen der Flecke ist YOUNG derselben Meinung: »*I say, as if, and very possibly this is the actual case, the central portion being a real cavity filled with less luminous matter, and depressed below the general level of the photosphere, while the penumbra overhangs the edge*«[2]). Die Flecken sind also hiernach ebenfalls als Vertiefungen in dem photosphärischen Niveau anzusehen; aber über die Entstehung derselben ist YOUNG anderer Meinung. Sie sind nach ihm nicht verursacht durch den Druck der herausgeschleuderten und condensirt herabfallenden Stoffe, sondern durch eine Verminderung des Auftriebes in Folge der Ausbrüche in der Umgebung. Denn die Photosphäre ist keine continuirliche Schicht oder Kruste, sondern gegenüber den uncondensirten Dämpfen unter ihr eine schwere Wolke, wie die Regenwolken der Erde schwerer als die Luft sind. Die Gasmassen unter ihr tragen die Wolken und ihre Condensationsprodukte, aus denen ein beständiger Regen von geschmolzenen Massen nach unten stattfinden muss. Diese Wolkenmasse stellt sich YOUNG nicht unter dem Bilde einer Gasmasse vor, sondern hält sie eher ähnlich dem Pech oder Theer. Jede Druckverminderung an irgend einer Stelle muss sich also schnell fortpflanzen und ein Einsinken, einen Fleck verursachen. YOUNG giebt zu, dass diese Darstellung wohl die Erscheinungen erklärt, nicht aber die Periodicität und die Vertheilung der Flecken. Bemerkt muss übrigens werden, dass dieser Theorie noch eine beträchtliche Schwierigkeit anhaftet: irdische Wolken, die trotz ihrer

[1]) YOUNG, »The Sun«, pag. 112.

[2]) »The Sun«, pag. 115.

Schwere über dem leichteren Luftmeere schweben, nehmen kleine beschränkte Gebiete ein, und die sie constituirenden Flüssigkeitströpfchen schweben auf der unten befindlichen Luft wie ein Ball auf einem elastischen Polster. Nach YOUNG aber bildet die ganze photosphärische Schicht eine einzige grosse schwere Wolke, die aber dann naturgemäss nur in labilem Gleichgewicht schweben kann; die geringste Veränderung an irgend einer Stelle müsste die gewaltigsten Veränderungen nach sich ziehen, gegenüber denen die thatsächlich beobachteten Veränderungen, die sich als Fackeln darstellen, als kaum erwähnenswerth gelten müssten.

NEWCOMB hält die Photosphäre nicht für gasförmig, sondern für flüssig glühend, da sie keine Niveauänderungen zeigt, und überdies ein continuirliches Spectrum giebt.

Erwähnt mag noch werden, dass die eigenthümliche Erscheinung, welche die Flecken am Sonnenrande darbieten, indem ihr Kern excentrisch, mehr dem Mittelpunkte genähert erscheint, von SECCHI durch die Refraction in der darüber befindlichen Sonnenatmosphäre erklärt wird, während FAYE die ältere, WILSONsche Erklärung einer Tiefenparallaxe adoptirt.

Die Periodicität der Flecke zeigt eigenthümliche Aehnlichkeiten mit anderen periodischen Erscheinungen. Dass die Periode nahe gleich der Umlaufszeit des Jupiter ist, woraus anfänglich auf einen gewissen Zusammenhang geschlossen wurde, ist wohl mehr rein zufällig. Hingegen zeigt sich ein merkwürdiger Zusammenhang mit meteorischen Processen auf der Erde. In Ermangelung anderer Daten verglich HERSCHEL die Häufigkeit der Sonnenflecke mit den Kornpreisen. So sonderbar diese Zusammenstellung auf den ersten Blick erscheint, so ist dieselbe doch ganz natürlich, wenn man die Abhängigkeit der letzteren von den meteorologischen Processen auf der Erde betrachtet.

Wiederholt wurden nach besonders grossen Fleckenanhäufungen **magnetische Stürme** (grosse Schwankungen in der magnetischen Deklination, Inklination und Intensität der erdmagnetischen Kraft) beobachtet, und ebenso scheint ein Zusammenhang mit den Nordlichterscheinungen zu bestehen (über welche später noch einiges erwähnt wird), indem sich aus den Untersuchungen von LOOMIS GAUTIER, R. WOLF, SABINE u. a. für die Häufigkeit dieser letzteren Erscheinungen die gleiche Periode ergab. Nach R. WOLF besteht zwischen den Relativzahlen R und der täglichen Variation der Deklination der Magnetnadel (δ) die Beziehung:

$$\delta = a + 0'{\cdot}045\, R,$$

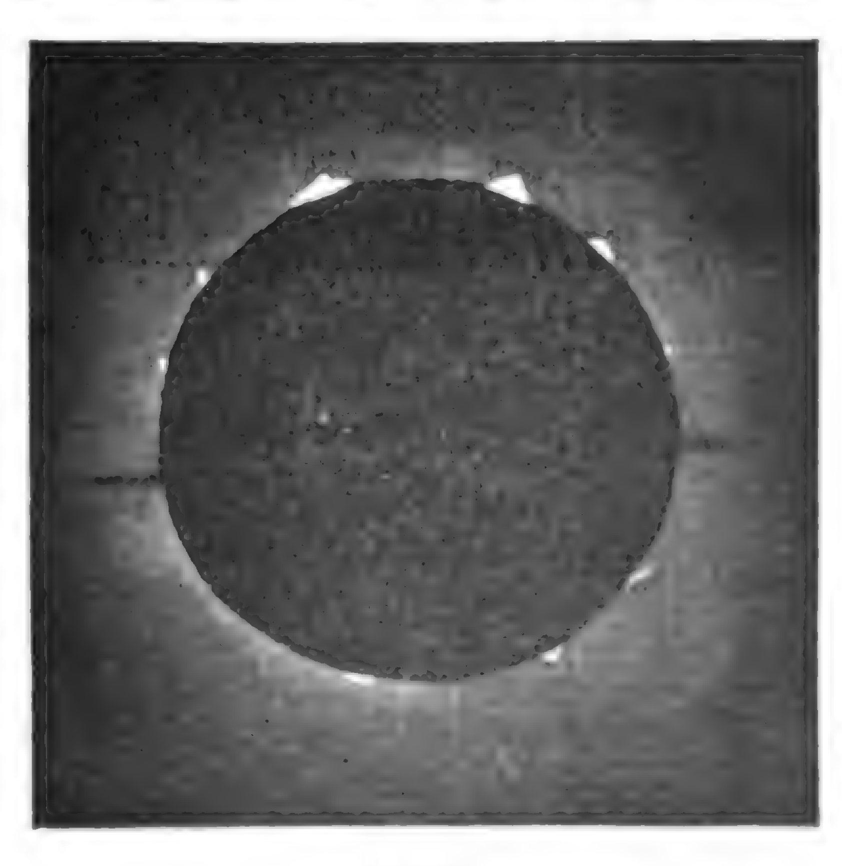
wobei a für verschiedene Orte verschiedene Werthe hat: gleich 6'·64 für Berlin, 4'·62 für Christiania, 6'·96 für London, 6'·56 für München. Aehnliche Beziehungen gelten auch für die übrigen magnetischen Constanten.

SABINE sprach die Ansicht aus, dass die Sonne einen direkten Einfluss auf den magnetischen Zustand der Erde ausübe. Nach SECCHI's Ansicht, welche später auch für die Erklärung der periodischen Schwankungen der erdmagnetischen Erscheinungen in grösserem Umfange herangezogen wurde, ist der Einfluss ein indirekter, indem zunächst durch die Sonnenwärme der Zustand des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes und im weiteren Gefolge erst der elektrische Zustand beeinflusst wird. Doch ist es viel wahrscheinlicher, dass es sich um eine elektrostatische Induction handle, wie ich dieselbe für die Erklärung der Kometenschweife und theilweise der beobachteten Polhöhenschwankungen vor einigen Jahren annahm. In dem Maasse, als eine solche Annahme eine grössere Anzahl bisher unerklärter Phänomene zu erklären im Stande ist und

dem Maasse, als einzelne dieser Phänomene durch das Experiment eine Bestätigung erfahren, wie dieses in der letzten Zeit für die Kometenschweife durch physikalische Experimente auf der Sternwarte in Berlin geschah, erlangt diese Hypothese immer grössere Wahrscheinlichkeit, wenn auch eine direkte Erklärung aller einschlägiger Naturerscheinungen zur Zeit noch nicht möglich ist.

Der bei Sonnenfinsternissen den Sonnenrand umgebende silberglänzende Ring von etwa ¼' Breite, von welchem aus der Strahlenkranz der Corona ausgeht, erhielt von FRANCKLAND und LOCKYER den jetzt allgemein gebräuchlichen Namen Chromosphäre. Während im Alterthum nur der Corona gedacht wird, findet sich die Chromosphäre zum ersten Mal erwähnt von Capt. STANNYAN gelegentlich der Sonnenfinsterniss von 1706. HALLEY und LOUVILLE bemerkten sie 1715, als concentrisch mit dem Monde. Anfänglich hielt man auch allgemein dafür, dass die Chromosphäre sammt Corona und Protuberanzen dem Monde angehören. Von vielen wurde die Corona auch für eine optische Täuschung gehalten (ähnlich einem Diffractionsphänomen) Erst die Sonnenfinsternisse von 1842 und 1851, namentlich aber die photographischen Aufnahmen der Sonnenfinsterniss von 1860 brachten die Ueberzeugung, dass sie der Sonnenatmosphäre angehören, indem die Höhe der Protuberanzen auf derjenigen Seite, nach welcher sich der Mond bewegte, abnahm, auf der entgegengesetzten zunahm. Die Natur derselben blieb aber noch unbekannt, da 1860 die Anwendung des Spectroskopes kaum begonnen und noch keineswegs vollkommen war. Erst 1868 wurde dasselbe mit günstigem Erfolge angewendet.

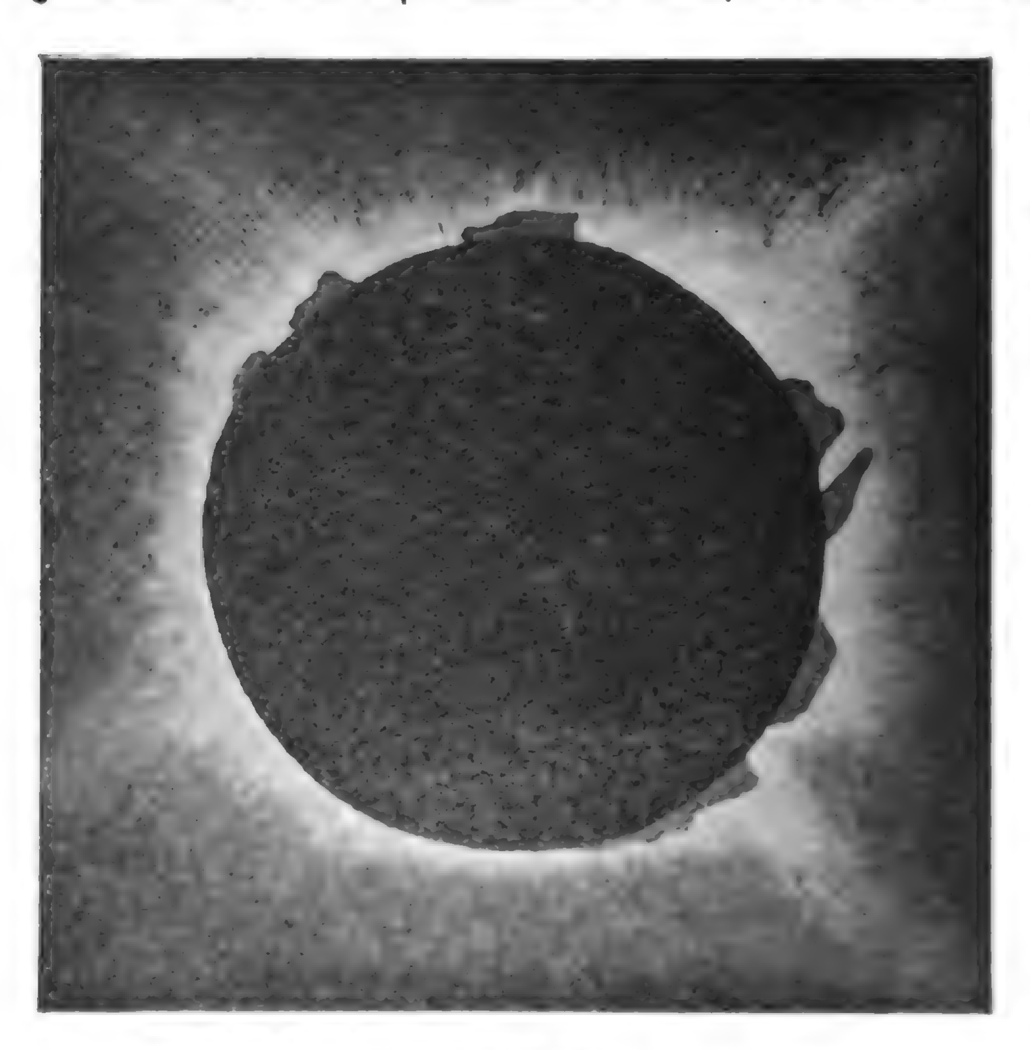
Nach den älteren Beobachtungen wurde die Corona für kreisförmig gehalten; bis etwa 15' bis 20' vom Sonnenrande sich erstreckend; spätere Beobachtungen zeigten dann, dass sie nicht regelmässig begrenzt wäre (vergl. die Fig 424, 425). Die Entfernung, bis zu welcher sie sich erstreckt, hängt (ähnlich wie dieses für die Kometenschweife erwähnt wurde), von der Reinheit der Luft und der Stärke des Instrumentes ab. Beobachtungen mit freiem Auge sind in dieser Richtung nicht ganz zuverlässig, sehr oft, in Folge der subjectiven Eindrücke, welche die Finsterniss hervorruft, nicht ganz correkt. 1878 wurde die Corona von PROCTOR, ABBE, LANGLEY, NEWCOMB bis zur Entfernung von 6 bis 7° von der Sonne gesehen. Nach den photographischen Aufnahmen ist die Corona an den Polen abgeplattet, das Maximum der Ausdehnung liegt jedoch nicht im Aequator, sondern in der Breite von 25°, so dass sie mehr viereckig aussieht; nach SECCHI hängt dies mit der Zone der Häufigkeit der Flecken zusammen. Der dem Sonnenkörper an-



(A. 424.)
Finsterniss vom 22. December 1870.
Aufnahme von SECCHI zu Desierto de los Palmas in Spanien nach SECCHI-SCHELLEN, pag. 370.

grenzende Theil zeigt eine deutlich strahlige Structur, welche am auffallendsten an den Polen hervortritt.

Die Form der Corona wurde aber mitunter auch ziemlich unregelmässig gesehen. 1868 und 1870 beobachtete man, dass die Corona an gewissen Stellen unterbrochen zu sein schien, und kegel- oder trichterförmige Ausschnitte zeigte. YOUNG glaubt, dass das Aussehen der Corona überhaupt nicht constant ist, sondern mit demjenigen der Protuberanzen und daher der Fackeln und Flecken wechselt; insbesondere wäre hiernach auch eine Abhängigkeit des Aussehens von der Fleckenperiode anzunehmen.



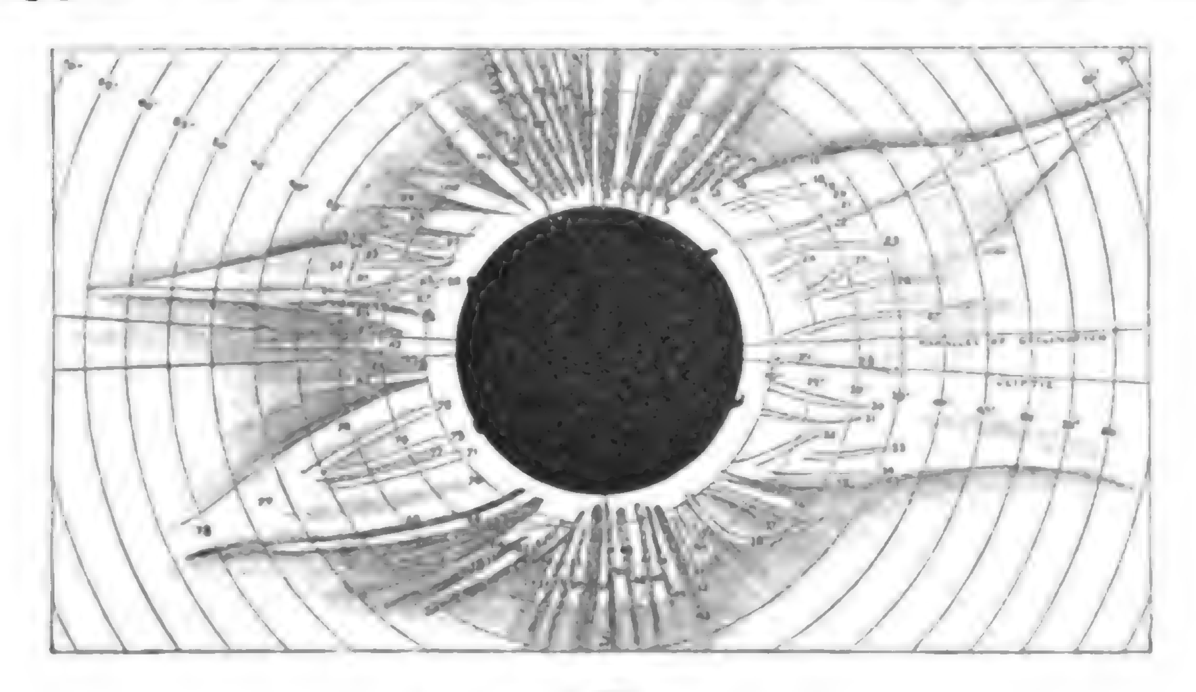
(A. 425.)
Finsterniss vom 7. August 1869
Nach einer Zeichnung von EASTMAN in Des Moines U. S.
Nach SECCHI-SCHELLEN, pag. 310.

Nach HOLDEN *(Reports on the observations of the total Eclipse of the Sun of January 1 1889, published by the Lick Observatory, Sacramento 1889, pag. 19)*, vergl. die beigegebene schematische Zeichnung (Fig. 426), welche eine Copie der Darstellung aus der erwähnten Publication ist, zeigt sich, dass die Corona aus zwei Theilen besteht, einem inneren strahlenförmigen Theile, welcher auch die schon früher beobachteten Polarstrahlen der Corona umfasst und sich bis etwa $\frac{1}{2}°$ von dem Sonnenmittelpunkte erstreckt, und einem äusseren Theile, der aus vier Armen *(branches)* besteht, die sich nahe der Richtung des Aequators der Sonne in etwa 15' Abstand von demselben bis auf etwas mehr als 1° Abstand vom Sonnenmittelpunkte verfolgen lassen.

Der Glanz der Chromosphäre ist bedeutend grösser als derjenige der Corona. SECCHI bemerkt, dass ihr Glanz fast demjenigen der Sonne vergleichbar ist. Es scheint demnach, dass schon nach SECCHI ein mehr continuirlicher Uebergang des Sonnenkörpers in die Chromosphäre ohne scharfe Begrenzung anzunehmen wäre. Hingegen giebt SECCHI an, dass die Chromosphäre nach aussen gegen die Corona hin durch einen rosenfarbigen Saum begrenzt wäre, aus welchem die Protuberanzen emporsteigen. Eine Bestätigung dieser Ansicht findet SECCHI darin, dass die Farben der Blendgläser auf die Bestimmung des Sonnendurchmessers von Einfluss wären, indem sich je nach der Anwendung von rothen oder blauen Blendgläsern eine Differenz von etwa 2" ergebe. Auch andere Beobachter haben später eine solche Differenz zu finden geglaubt. Nach den g

nauen Discussionen von AUWERS[1]) stiegen jedoch die Differenzen aus den Messungen des Sonnendurchmessers bei Anwendung verschiedenfarbiger Blendgläser nicht über 0''·1 und bleiben jedenfalls innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler.

Die Helligkeit der Corona wurde von verschiedenen Beobachtern verschieden angegeben. Dass die Finsterniss während der Totalität durch dieselbe gemildert



(A. 426.)
Finsterniss vom 1. Januar 1889.
Nach HOLDEN. Total eclipse of the Sun of January 1, 1889, pag. 3.

wurde, war schon den Alten bekannt. Bei manchen Finsternissen erschien das Licht so hell, wie etwa ½ bis ¾ Stunden nach Sonnenuntergang, so dass die Beobachter beim Lichte derselben bequem Kreistheilungen und Uhren ablesen konnten. Bei Finsternissen von langer Dauer ist die Dunkelheit am grössten, wohl aus dem Grunde, weil ein grösserer Theil der Chromosphäre mit verdeckt wird. Allerdings trägt auch die Verschiedenheit in der Reinheit der Erdatmosphäre viel zu den Unterschieden in der beobachteten Helligkeit bei.

SECCHI schätzt die Helligkeit der Corona gleich derjenigen des Vollmondes, indem nur die hellsten Sterne während der Totalität der Finsterniss sichtbar werden. Daraus ist auch erklärlich, dass die Corona bald nach dem Erscheinen des Sonnenlichtes unsichtbar wird; doch wird dieselbe unter besonderen Umständen, wenn auch nicht sichtbar, so doch bemerklich; so sah JANSSEN 1874 die Venus, LANGLEY 1878 den Mercur, noch bevor der Planet die Sonnenscheibe erreichte, als dunklen Körper auf dem Hintergrunde, welcher daher jedenfalls wesentlich heller als der Himmelshintergrund war.

HARKNESS fand, dass das Gesammtlicht der Corona im Durchschnitt 3·8 Mal heller sei, als das Licht des Vollmondes oder 0·0000069 Mal jenes der Sonne. Die Helligkeit der Corona ist aber nicht immer dieselbe, und wechselt in ziemlich weiten Grenzen, so dass z. B. die Corona von 22. Dec. 1870 ungefähr 7 Mal heller zu sein schien, als die Corona von 29. Juli 1878. Auch die einzelnen Theile der Corona sind nicht gleich hell; im Allgemeinen nimmt das Licht der Corona nahe verkehrt wie das Quadrat der Entfernung vom Sonnenrande ab; der hellste Theil derselben ist etwa 15 Mal heller als die Oberfläche des Vollmondes.

[1]) »Astron. Nachrichten«, Bd. 123, pag. 97.

Theils innerhalb der Chromosphäre, theils über dieselbe sich erhebend, sieht man bei jeder totalen Sonnenfinsterniss rosenrothe oder pfirsichblüthenrothe Flämmchen von 2—3′ Höhe, die **Protuberanzen** emporsteigen. Die grösste von SECCHI beobachtete Höhe einer Protuberanz war 4·6′. Auch die Ausdehnung derselben längs des Sonnenrandes ist sehr verschieden. Manche sind ganz klein, und bei ihrer geringen Höhe hielten einige Beobachter dieselben für Einkerbungen in den Mondrand, was auf Jrradiationserscheinungen zurückzuführen ist. Andere wieder bilden Gruppen, die sich über mehrere Grade auf der Sonnencircumferenz ausdehnen. Ausdehnungen von 4° bis 6° sind nicht selten; auch kommen Ketten bis zu 20° mitunter vor.

Seit 1851 wurden die Protuberanzen genauer beobachtet, wobei man auf ihre verschiedene Gestalt und ihre Veränderlichkeit selbst in relativ kurzen Zeiträumen aufmerksam wurde. SECCHI zog bereits 1860 den Schluss, dass die Protuberanzen Anhäufungen einer intensiv leuchtenden Materie wären, welche aus der Chromosphäre aufsteigend, frei in der Sonnenatmosphäre schweben.

Nachdem KIRCHHOFF 1861 seine berühmte Erklärung der FRAUNHOFER'schen Linien auf den Fundamentalsatz gründete, dass jeder Körper im Zustande niedriger Temperatur diejenigen Lichtstrahlen absorbirt, welche er im Zustande des Selbstleuchtens aussendet, waren es zunächst LOCKYER und HUGGINS, welche 1867 auf die SECCHI'sche Deutung der Protuberanzen als leuchtende Gasmassen gestützt, versuchten, die Protuberanzen bei Tage zu sehen. Da nämlich das helle, aber aus allen möglichen Spectralfarben zusammengesetzte Sonnenlicht bei der Zerstreuung durch stark lichtbrechende Prismen in seine einzelnen Bestandtheile zerlegt, in jedem Spectralgebiete stark abgeschwächt wird, hingegen das monochromatisch vermuthete Protuberanzenlicht nur abgelenkt, nicht aber zerstreut werden würde, so schlossen die genannten beiden Forscher, dass sie bei genügend starker Dispersion des zerstreuten Tageslichtes in unmittelbarer Nähe des Sonnenrandes die Protuberanzen am Tage sehen müssten. Ihre Versuche blieben aber damals ohne Erfolg.

Ohne von diesen Versuchen Kenntniss zu haben, sahen bei der Beobachtung der Sonnenfinsterniss vom 18. August 1868 JANSSEN, HERSCHEL und TENNANT in Guntoor und RAYET in Madeira, sobald sie das Spectroskop auf eine besonders deutliche Protuberanz gerichtet hatten, das Linienspectrum derselben. RAYET sah 7 Linien und identificirte die eine mit einer Wasserstofflinie. Alsbald fasste JANSSEN den Entschluss, das Spectroskop in den nächsten Tagen bei hellem Sonnenschein auf dieselbe Stelle zu richten, und was LOCKYER und HUGGINS ein Jahr früher vergeblich versucht hatten, gelang ihm vollkommen. Die Periode der Beobachtungen zwischen 18. August bis 4. September bezeichnete JANSSEN als »*période, qui a été comme une éclipse de dix sept jours*[1]).« Die Nachricht von seiner Entdeckung kam am 20. October 1868 in Paris an, und gleichzeitig erhielt die Pariser Academie Nachricht von LOCKYER, der, am selben Tage, diesen mit stark brechenden Prismen die Protuberanzen bis zum Sonnenrande hat verfolgen können.

Seither wurde diese Methode auch von vielen anderen Forschern, unter denen namentlich ZÖLLNER, YOUNG und SECCHI zu nennen sind, angewendet, und mit genügend stark dispergirenden Prismen wurde seither in dem Spectrum der Protuberanzen eine grössere Anzahl von Linien gefunden[2]). YOUNG konnte zu

---

[1]) »Compt. rend.« Bd. 67, pag. 839.

[2]) Ueber die Beobachtungsmethode und die Spectrallinien s. den I. Bd., »Astrospectroskopie«

1870 aus der Form gewisser Liniengruppen auf das Vorhandensein von Wasserstoff und ausserdem noch anderer Stoffe, insbesondere Eisen, schliessen.

Bei der totalen Sonnenfinsterniss 1869 sahen YOUNG und HARKNESS zum ersten Male das Spectrum der Corona als ein schwaches continuirliches Spectrum, in welchem einzelne helle Linien erschienen; unter diesen ist nebst den Wasserstofflinien und einer anderen hellen Linie, welche im Sonnenspectrum als dunkle Linie erscheint, aber keinem irdischen Stoffe anzugehören schien, deren Wellenlänge 587·6 μμ beträgt, und welche mit D_3 bezeichnet zu werden pflegt, der sogen. Heliumlinie, noch eine helle Linie im Grün besonders hervorzuheben, nach der KIRCHHOFF'schen Scala mit 1474 K bezeichnet, von der Wellenlänge 531·7 μμ, welche ebenfalls mit keiner der Spectrallinien irgend eines irdischen Stoffes identificirt werden konnte[1]), und welche als einem nur in der Sonnenatmosphäre vorkommenden, der Sonnencorona eigenthümlichen Stoffe, dem Coronium zugeschrieben wurde[2]).

Das Spectrum der Chromosphäre ist nicht schwer zu erhalten, da es eigentlich in unmittelbarer Nähe des Sonnenkörpers in derselben Weise wie die Protuberanzen beobachtet werden kann. Bezüglich weiterer Details kann auf den I. Bd., pag. 401 ff. verwiesen werden.

Im wesentlichen ist damit die Natur der Chromosphäre, der Protuberanzen und der Corona fast unzweideutig festgestellt: Ueber der leuchtenden Photosphäre befindet sich eine Schicht nicht condensirter, aber in niedrigerer Temperatur befindlicher Dämpfe, die Chromosphäre, welche von den von der Photosphäre ausgestrahlten Licht- und Wärmestrahlen eine grosse Anzahl absorbirt und damit zum Auftreten der FRAUNHOFER'schen Linien führt. Die Stoffe, aus denen die Chromosphäre sich zusammensetzt, lassen sich durch Vergleichung der FRAUNHOFER'schen Linien mit dem Spectrum irdischer Stoffe feststellen und es zeigt sich, dass die in der Sonnenatmosphäre vorhandenen Stoffe mit denjenigen auf der Erde vorkommenden Elementen identisch sind. Die Chromosphäre selbst aber bildet nur die untersten Schichten der schweren Dämpfe; über derselben erheben sich die leichteren Wasserstoffdämpfe und Dämpfe des vielleicht noch viel leichteren Coronium bis zu ganz ausserordentlicher Höhe über der Sonnenoberfläche in der Corona.

Aus der Photosphäre hervorbrechende glühende Gase, insbesondere Wasserstoffmassen, verursachen die Protuberanzen und die Fackeln; das Auftreten derselben ist stets mit einer heftigen Agitation in dem Sonnenkörper verbunden und giebt zu Störungen des Gleichgewichtes, einerseits zu auf- und absteigenden Strömungen und im Gefolge derselben zur Bildung von Flecken Veranlassung

pag. 384. Erwähnt mag hier nur kurz werden, dass man durch tangentiale Stellung des Spalts und Verschiebung desselben vom Sonnenrande weg, sowie durch radiale Stellung desselben und Verschieben desselben längs der Sonnenperipherie mittels jeder der Spectrallinien, von denen natürlich bei stark dispergirenden Prismen nur einzelne im Gesichtsfeld erscheinen, auch die Form der Protuberanzen erkennen und graphisch darstellen kann. Die Form einer Protuberanz wurde in dieser Weise zum ersten Male am 13. Februar 1869 von HUGGINS gesehen.

[1]) ÅNGSTRÖM glaubte diese Linie mit einer Eisenlinie identificiren zu können, was jedoch später nicht bestätigt werden konnte.

[2]) Im Jahre 1894 wurde von RAMSAY in einem seltenen Minerale, dem Cleveït, welcher vorzugsweise ein Bleiuranat ist, ein Gas entdeckt, das die D_3-linie des Sonnenspectrums giebt, also das Helium (übrigens auch von PALMIERI in den Auswurfstoffen des Vesuv gefunden) und 1898 entdeckten R. NASINI, F. ANDERLINI und R. SALVATORI durch spectroskopische Untersuchungen der Solfataragase in diesem ein Gas, das die Linie 1474 K giebt, also das Coronium.

und andererseits zu Strömungen in horizontaler Richtung, welche die Bewegung der Flecke veranlassen.

So einfach und natürlich diese Erklärung zu sein scheint, stellen sich derselben nichts desto weniger doch auch gewisse Schwierigkeiten entgegen. Bei Vergrösserung des Druckes findet ja für verschiedene Gase ein allerdings nicht ganz gleichmässiges, aber doch insofern gleichartiges Verhalten statt, als das Linienspectrum (Spectrum II. Ordnung) allmählich in ein continuirliches Spectrum (Spectrum I. Ordnung) übergeht; beim Wasserstoff durch Verbreiterung und Verwaschenwerden, welches schon bei 440 *mm* Hg Druck ziemlich beträchtlich ist, bei 1300 *mm* Hg Druck schon zum ganz continuirlichen Spectrum führt; beim Sauerstoff in ähnlicher Weise, aber nur den schwächer brechbaren Theil des Spectrums (Roth und Gelb) betreffend; beim Stickstoff und den Kohlenstoffverbindungen durch das neben dem fast unverändert bestehenden Spectrum zweiter Ordnung auftretende, immer heller werdende Spectrum erster Ordnung. Es müsste daher wenigstens in den höheren Schichten der Druck ein sehr geringer sein. Allerdings ist nun aber die Schwere auf der Sonne etwa 27 Mal grösser als auf der Erde, daher die Dichtezunahme nach dem Inneren, bezw. die Dichteabnahme nach aussen eine viel raschere als für die irdische Atmosphäre, so dass in grösseren Entfernungen die Dichte immerhin schon sehr gering sein kann.

Andererseits aber könnte sich in so grossen Entfernungen von dem Sonnenkörper nur ein äusserst leichtes Gas finden, das, wie HUGGINS bemerkt, in der Höhe der Sonnencorona 100 und selbst 1000 Mal leichter als Wasserstoff sein müsste, wenn nicht vermöge der raschen Dichtezunahme nach dem Innern die Dichte bald diejenige aller irdischen Stoffe übertreffen sollte. Dem hypothetischen Coronium musste also diese Eigenschaft zugeschrieben werden.

Als Grundlage des Coronaspectrums fand man aber, wie schon erwähnt, wiederholt ein äusserst schwaches continuirliches Spectrum, welchem das helle Linienspectrum superponirt ist. Man kann nun wohl annehmen, dass das continuirliche Spectrum durch Reflexion des continuirlichen Spectrums des Sonnenkörpers entstanden sei, oder aber, dass man in der Corona eine Gasmasse zu sehen habe, deren Druck eben bereits so gross ist, dass neben dem Spectrum zweiter Ordnung noch dasjenige erster Ordnung auftritt, oder aber eine Gasmasse, in welcher fein vertheilte kleine feste Körper suspendirt sind. Ueber die Natur dieser letzteren ist hierdurch noch nichts Bestimmtes festzusetzen, doch lässt sich aus anderen Erscheinungen (Temperatur der Sonne u. s. w.) vermuthen, dass man es mit Meteormassen zu thun hat.

Für die letztere Ansicht spricht noch eine andere Thatsache. Es wurde bereits in dem Artikel »Kometen und Meteore« erwähnt, dass mehrere Kometen der Sonne ausserordentlich nahe kommen; so die Kometen von 1680, 1843 I, 1880 I, 1882 II, 1887 I[1]) (No. 46, 161, 270, 281, 298 nach der von mir vorgeschlagenen Bezeichnungsweise). In diesen Entfernungen von der Sonne sind dieselben mitten durch die Corona hindurchgegangen, ohne merklichen Widerstand zu erfahren. Hieraus kommt NEWCOMB zu dem Schlusse, dass die Corona kein Gas sein könne, sondern dass sie wahrscheinlich aus getrennten Partikelchen besteht, die aber selbst nicht fest, sondern dampfförmig sind; in diesem Zustande können sie natürlich nicht im Gleichgewichte sein, sondern in steter Bewegung, und NEWCOMB sieht die folgende Hypothese als die wahrscheinlichste an: 1) [illegible]

[1]) Vergl. den II. Bd., pag. 78

Corona ist in einem Zustande dauernder, heftiger Bewegung, indem beständig die tieferen Teile nach oben geschleudert werden, oft mit Geschwindigkeiten bis zu 400 *km*, um dann, dem Gesetze der Schwere folgend, wieder zurückzufallen. 2) Die Partikelchen werden durch elektrische Abstossung in ihrer Lage erhalten, und 3) der Ursprung derselben liegt in Schwärmen kleiner Meteore.

Dass auch hierdurch nicht alle Erscheinungen befriedigend zu erklären sind, ist sofort ersichtlich; denn wie ebenfalls bereits bei einer früheren Gelegenheit erwähnt wurde (vergl. »Mechanik des Himmels« § 70, II. Bd., pag. 487), müsste auch eine Atmosphäre aus diskreten Partikelchen eine einem Widerstand analoge Erscheinung hervorrufen.

In einer Richtung hat diese Hypothese allerdings eine Bestätigung erfahren. Der Widerstand kann nämlich so gering sein, dass er sich in den Beobachtungen der die Sonnencorona nur einmal durchsetzenden Körper (sonnennahe Kometen) nicht offenbart, dass sich aber bei den die Sonne in genügender Nähe umkreisenden Körpern ein merklicher Einfluss in den secularen Störungen offenbaren könnte. HARZER fand nun thatsächlich[1]), dass die beobachteten Anomalien in der Bewegung des Mercurperihels durch eine mit der Wirklichkeit nicht im Widerspruch stehende Annahme über die Sonnencorona erklärt werden können.

BIGELOW fand[2]) durch Vergleich der Corona in den Sonnenfinsternissen vom 29. Juni 1873, 1. Januar 1889 und 22. December 1889, dass die Corona mit der Sonne rotirt, und zu demselben Resultate gelangt HOLDEN. Ueber die Deutung der Erscheinungen spricht sich letzterer folgendermaassen aus[3]):

»A careful examination of the pictures of the Corona and of the index-diagrams derived from them, appears to show, when taken in connection with the evidence from other eclipses:

I. That the characteristic coronal forms seem to vary periodically as the Sunspots (and Auroras) vary in frequency, and that the Coronas of 1867, 1878 and 1889 are of the same strongly marked type; which corresponds, therefore, to an epoch of minimum solar activity.

II. That so called »polar« rays exist at all latitudes on the Sun's surface, and are better seen at the poles of the Sun, simply because they are there projected against the dark background of the sky, and not against the equatorial extensions of the outer Corona. There appears to be also a second kind of rays or beams that are connected with the wing-like extensions.

III. The outer Corona of 1889 terminated in branching forms. These branching forms of the outer Corona suggest the presence of streams of meteorits near the Sun, which by their reflected light, and by their native brilliancy, due to the collisions of their individual members, may account for the phenomena of the outer Corona.

IV. The disposition of the extensions of the outer Corona along and very near the plane of the ecliptic might seem to show that if the streams of meteorits above referred to really exist, they have long been integral parts of the solar system.«

Ueber die Rotation der Sonnenatmosphäre kann daher zur Zeit kaum mehr ein Zweifel bestehen, womit auch die Form der Atmosphäre, die Abplattung an den Polen scheinbar im Einklange steht. Und doch sind auch hier die Er-

---

[1]) Vergl. den II. Bd., pag. 396.

[2]) Bulletin astronomique Bd. XI 1894, pag. 502.

[3]) Reports on the observations of the total eclipse of the Sun of January 1 1889, pag. 19/20.

scheinungen durchaus nicht erklärt. Eine Rotation von der Geschwindigkeit der Sonnenrotation vermag eine so starke Abplattung, bei welcher der Aequatorealdurchmesser fast dreimal so gross als der Polardurchmesser ist, nicht hervorzurufen; übrigens ist die Form der Atmosphäre mit derjenigen eines abgeplatteten Rotationssphäroides durchaus nicht vereinbar und hat auch mit denjenigen der POINCARÉ'schen Gleichgewichtsfiguren nicht einmal eine entfernte Aehnlichkeit.

Aber auch die Annahme, dass man es mit blossen Meteoriten zu thun hat, stösst auf Schwierigkeiten. In erster Linie deutet die Anwesenheit der hellen Linien neben dem continuirlichen Spectrum direkt auf Gasmassen; ferner aber stehen, wie auch HOLDEN erwähnt, seine Schlüsse III und IV mit I im Widerspruche.

Dass dabei die Elektricität eine bedeutende Rolle spielt, wird von fast allen Beobachtern anerkannt; überall sind es elektrische Repulsivkräfte, die die materiellen Partikelchen bewegen oder im Gleichgewicht halten. Eine blosse Entladung zwischen materiellen unbewegten oder wenigstens mit der Sonnenrotation nicht in direkter Verbindung stehenden Partikelchen anzunehmen ist schwer erklärlich, da ein sehr gewichtiges Argument hiergegen die merkwürdige Constanz der Form der Corona ist[1]), und welche nur dadurch zu erklären wäre, *dass in der unmittelbarsten Nähe der Sonne die Ladung derselben gegenüber den ausserhalb der Sonne auftretenden Störungen des elektrischen Feldes so weit überwiegt, dass der Hauptsache nach die elektrische Ladung durch den elektrischen Zustand der Sonne bedingt wird.* Diese Annahme enthält durchaus nichts Unmögliches oder Widersinniges, und würde auch durch die Beziehungen bestätigt, welche die Corona zu den Flecken- und Fackelerscheinungen, d. i. also zur äusseren Configuration der Sonnenoberfläche hat, derart, dass sich auch die Sonnenfleckenperiode in dem Aussehen der Corona wiederspiegelt.

Nachdem WINLOCK im Spectrum des Nordlichtes eine grüne Linie fand, nahm YOUNG die Identität zwischen der Nordlichtlinie und der Coroniumlinie an, wodurch sich eine neue merkwürdige Verbindung zwischen den meteorischen Processen in der Atmosphäre, welcher ja die Nordlichtlinie zugeschrieben wird und der Sonnenatmosphäre zu zeigen schien. Bezüglich des ersten Punktes ist zu bemerken, dass VOGEL das Nordlichtspectrum für ein durch Druck und Temperatur geändertes Luftspectrum erklärte; nach SCHEINER[2]) würde jedoch die Existenz der grünen Nordlichtlinie einem unbekannten Gase zuzuschreiben sein, welches, vielleicht von sehr geringem specifischen Gewicht, merklich nur in den höheren Regionen der Atmosphäre vorhanden wäre, wofür auch sprechen würde, dass nach RESPIGHI und VOGEL mitunter die Nordlichtlinie am ganzen Himmel zu sehen ist, wenn auch nur eine geringe Nordlichterscheinung zu sehen ist. Endlich mag hierbei noch der Beziehung zwichen der Nordlichtlinie und der grünen Spectrallinie des Zodiakallichtes Erwähnung geschehen, worüber an anderer Stelle gesprochen wird.

Allein es zeigte sich durch genauere Messungen, dass die Nordlichtlinie und die Coroniumlinie nicht identisch wären; die letztere hat wie erwähnt, die Wellenlänge 531·7 μμ, die Nordlichtlinie die Wellenlänge 557·1 μμ, womit die älteren Schlussfolgerungen wenigstens in dieser Richtung hinfällig werden.

---

[1]) Neuerdings hat HASTINGS auch wieder die ältere Ansicht adoptirt, dass es sich um ein Beugungsphänomen handelt. Hiergegen spricht aber nebst der Constanz der Form die Realität der Corona, welche sich auf den photographischen Platten offenbart.

[2]) Die Spectralanalyse der Gestirne.

Die Protuberanzen, welche, wie die Fackeln als Lichtausbrüche angesehen werden müssen, erscheinen in mannigfachen Formen. ZÖLLNER unterscheidet zwei Hauptformen: wolkenförmige und eruptive; die ersteren schwimmen, nach NEWCOMB wahrscheinlich ebenfalls durch elektrische Abstossungen vor dem Herabfallen gehindert, auf und in der Sonnenatmosphäre (der Corona), die zweiten schiessen oft mit ungeheueren Geschwindigkeiten von 250 *km* in der Secunde und mehr, in die Höhe. Als Ursache dieser grossen Geschwindigkeiten sieht ZÖLLNER die Druckdifferenz zwischen dem Druck der in dem flüssigen Sonnenkörper eingeschlossenen oder von der Flüssigkeit des Körpers absorbirten Gasmasse und dem viel geringeren Aussendrucke an[1]). Da eine solche Druckdifferenz nur dann zu Stande kommen und daher zu Eruptionen führen kann, wenn zwischen den beiden Schichten eine der Druckdifferenz eine Zeitlang Widerstand leistende Trennungsschicht vorhanden ist, so erscheint auch in dieser Richtung die ZÖLLNERsche Annahme von der flüssigen Beschaffenheit des Sonnenkörpers nahe liegender.

SECCHI unterscheidet (vergl. Fig. 427) 1) Haufenprotuberanzen; das sind blosse Anschwellungen der Chromosphäre, die über diese herausragen.



(A. 427.)
Protuberanzen
rauchförmig — baumförmig
wolkenförmig — strahlen- und garbenförmig
Nach YOUNG »die Sonne«, pag. 203.)

2) Nebelartige Protuberanzen, nebelartig über die Chromosphäre sich erhebende, schwächer leuchtende, sich diffus verbreitende Lichtanhäufungen, bis zu einer Höhe von 2—3' (d. i. 86000 bis 128000 *km*) reichend. Hierher wären auch die Säulenprotuberanzen von den verschiedensten Formen zu zählen: von gerade aufsteigender, oben seitlich abbiegender, oft von fadenförmiger oder streifiger Structur. 3) Die Büschelprotuberanzen, wieder von mannigfacher Form, in den oberen Theilen oft wolkenartig verbreitert, mitunter von der Chromo-

[1]) Berichte der kgl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften 1871, pag. 107.

sphäre isolirt; andere Formen wieder sich garbenartig verbreitend. Sämmtliche drei Arten von langer Dauer und ziemlicher Constanz der Form, ziemlich gleichmässig über der ganzen Sonnenoberfläche verbreitet (nicht die Gegenden der Flecke bevorzugend). Diese drei Gruppen können unter die wolkenförmigen Protuberanzen ZÖLLNER's subsumirt werden. Zu den eruptiven Protuberanzen ZÖLLNER's wären zu zählen 4) die Strahlenprotuberanzen; im Aussehen den Büschelprotuberanzen ähnlich, von diesen aber unterschieden durch ihren grossen Glanz, der manchmal so hell, oft sogar heller als derjenige der Chromosphäre ist; und weiter durch ihre kurze Dauer (oft nur wenige Minuten), ihre grosse Unbeständigkeit und ihre Localisation in der Zone der Flecken. Die Dauer derselben, oft nur wenige Minuten, ist in der Regel nicht grösser als 2 bis 3 Tage, doch kommen ausnahmsweise auch solche vor, welche länger bestehen und mitunter bis 14 Tage verfolgt werden können; doch ist man bei der grossen Veränderlichkeit derselben nie sicher, ob man wirklich dieselbe Protuberanz beobachtet hat oder nicht. Was ihre Localisation betrifft, so ist ihr Zusammenhang mit den Fackeln dadurch unzweideutig erwiesen, dass sie immer in der Nähe der Zone der Flecken auftreten; jedoch glaubt SECCHI trotz dieses Zusammenhanges nicht an die Identität derselben. Man findet nämlich nach SECCHI immer eine Protuberanz, wenn in der Nähe des Sonnenrandes eine helle Fackel sichtbar war, nicht aber umgekehrt; d. h. es können auch Fackeln sichtbar sein, ohne dass sich Fortsetzungen derselben über den Sonnenrand hinaus als Protuberanzen zeigen.

SPÖRER unterscheidet zwei Arten von Protuberanzen: solche von geringer Helligkeit und grosser Häufigkeit und flammige von grosser Helligkeit und starker Veränderlichkeit.

Die Kraft, mit welcher die die Protuberanzen bildenden Gase herausgeschleudert werden, ist ausserordentlich gross, jedoch nicht constant, sondern intermittirend; die Strahlen verschwinden vor den Augen des Beobachters und kommen nach einiger Zeit, selbst nach Verlauf von einer Stunde und mehr wieder zum Vorschein; meist aber in den späteren Eruptionen von geringerer Höhe und geringerer Intensität. Die Aenderungen der Geschwindigkeit betragen dabei nach SECCHI 100 bis 150 *km* in der Secunde, nach LOCKYER 300 bis 400 *km*, nach RESPIGHI 600 bis 700, selbst 800 *km*. Hiergegen sind nun zwei Punkte hervorzuheben: erstens stehen die erwähnten Geschwindigkeiten schon an der Grenze derjenigen (612 *km*) und nach der Annahme von RESPIGHI überschreiten sie dieselbe schon, bei welcher nothwendiger Weise ein Zurückfallen nicht mehr stattfinden kann, so dass sich durch die Protuberanzen die Materie der Sonne in den Weltraum zerstreuen müsste. Gemildert wird dies allerdings dadurch, dass die Anfangsgeschwindigkeit sehr bald in Folge des Ausströmens in eine Atmosphäre so weit verringert wird, dass ein beträchtlicher Verlust in den Weltraum selbst nicht gerade stattzufinden braucht; hingegen würde eine unvermeidliche Folge ein Verlust von Sonnenmasse aus dem Innern in die Atmosphäre und damit, da diese Ausströmung seit vielen Jahrtausenden stattfindet, eine ganz enorme Ausdehnung der Sonnenatmosphäre sein. Auch diese Annahme wäre nicht gerade ganz unzulässig, wenn man bedenkt, dass ein Theil der ausgeströmten Massen bei der Bildung der Flecke wieder zurückfallen und, die Ausdehnung der Sonnenatmosphäre betreffend, die Corona und vielleicht auch das Zodiacallicht als zur Sonnenatmosphäre gehörig angesehen werden. Zweitens aber ist es bei der SECCHI-FAYE'schen Annahme von der gasförmigen Constitution des Sonneninnern schwer zu begreifen, wie so enorme Geschwindigkeitsände-

rungen sich plötzlich entwickeln können, ohne schon vorher bei dem stetigen Anwachsen der Druckdifferenzen zu successiven Ausgleichungen geführt zu haben. Was den letzteren Punkt betrifft, so erscheint es SECCHI mit Rücksicht auf die von ihm beobachteten Wirbelbewegungen wahrscheinlicher, dass es sich nicht um wirkliche Eruptionen, sondern um »eine Art cyclonischer Thätigkeit im Innern der chromosphärischen Wasserstoffschicht oberhalb der Photosphäre handelt[1])«, und er vergleicht daher die Protuberanzen mit Tromben und Wasserhosen, wobei auch die Association und Dissociation von Wasserstoff und dem noch unbekannten Coronium vielleicht eine nicht unwichtige Bedeutung haben. Allein auch hierbei bleibt die Entwickelung so ausserordentlicher Geschwindigkeiten unerklärt.

Wie verhält es sich nun aber mit den elektrischen Entladungen? SECCHI meint, »die Entwickelung von Elektricität wird bei so heftigen und so gewaltsamen Erscheinungen, wie sie bei den Protuberanzen auftreten, sicher nicht fehlen, ja die Lichtentwickelung selbst und die Lichtstärke in diesen veränderlichen, glänzenden Massen scheint das Vorhandensein der Elektricität hinlänglich anzuzeigen . . . womit nicht gesagt sein soll, dass nicht gleichzeitig auch gewaltige mechanische Kräfte dabei im Spiele sind[2])«. Dass es blosse elektrische Entladungen sein würden, hält SECCHI aus zwei Gründen für nicht wahrscheinlich, indem erstens die Geschwindigkeit der Elektricität 60000 Meilen ist, diejenigen der eruptiven Protuberanzen aber unvergleichlich viel geringer (nach den oben mitgetheilten Zahlen im Maximum 800 *km* pro Secunde); zweitens aber spricht nach SECCHI[3]) und auch YOUNG[4]) gegen die Annahme, dass man es mit blossen Lichterscheinungen zu thun hat, der Umstand, dass man dabei spectroskopisch thatsächlich Linienverschiebungen beobachtet. Dass der erste Grund nicht stichhaltig ist, ist sofort zu sehen, denn bei der Geschwindigkeit der elektrischen Entladung ist diese als momentan anzusehen und das Aufflackern der Protuberanzen hat mit der Geschwindigkeit der elektrischen Entladung nichts zu thun, indem jede Aenderung in der Configuration nur einer Veränderung des elektrischen Feldes entsprechen würde, wie dieses auch bei den Kometenschweifen wahrscheinlich der Fall ist. Nicht dasselbe gilt aber von dem zweiten Einwurf der constatirten Linienverschiebung, da diese auf eine thatsächliche Lichtbewegung hindeuten, also gegen eine momentane Veränderung des Zustandes, hingegen für eine successive mit der angeführten Geschwindigkeit von 400 bis 800 *km* in der Secunde sprechen. SECCHI deutet darauf hin, dass es sich um Entzündungen und Verbrennungen handeln könnte, indem diese sich ja viel rascher fortpflanzen können wie die Materie, wie denn beispielsweise die Entzündung von Knallgas sehr rasch fortschreitet, wobei aber an eine Fortbewegung von Materie nicht gedacht zu werden braucht. Hiergegen wäre aber wieder einzuwenden, dass erstens die Geschwindigkeit für die Fortpflanzung der Entzündung jedenfalls weitaus grösser ist, als die aus den Linienverschiebungen gefundene, und dass diese Annahme zweitens eine aus der leuchtenden Photosphäre ausströmende dunkle Masse voraussetzt, die erst durch irgend einen Anlass zur Entzündung gebracht werden müsste.

---

[1]) l. c., pag. 506.
[2]) l. c., pag. 485.
[3]) l. c., pag. 489.
[4]) The Sun, pag. 209.

Young fasst die Resultate der Untersuchungen über die Constitution der Sonne schliesslich in folgenden Sätzen zusammen[1]):

1) *The central portion is probably for the most part a mass of intensely heated gases.*

2) *The photosphere is a shell of luminous clouds, formed by the cooling and condensation of the condensible vapors at the surface, where exposed to the cold of outer space.*

3) *The chromosphere is composed mainly of uncondensible gases (conspicuously hydrogen) left behind by the formation of the photospheric clouds, and bearing something the same relation to them that the oxygen and nitrogen of our own atmosphere do to our own clouds.*

4) *The corona as yet has received no explanation which commands universal assent. It is certainly truly solar to some extent, and very possibly may be also to some extent meteoric.*

Eine befriedigende Erklärung für alle Erscheinungen vermögen die bisherigen Sonnentheorien noch keineswegs zu geben.

Es erübrigt noch an dieser Stelle zweier neuerer Arbeiten auf dem Gebiete der Sonnenphysik Erwähnung zu thun: der Abhandlung »Ueber die Theorie der Sonnenflecken« von Egon von Oppolzer[2]) und der Abhandlung »Die Strahlenbrechung auf der Sonne, ein geometrischer Beitrag zur Sonnenphysik«, von August Schmidt[3]). E. v. Oppolzer geht von vorn herein von der bereits von Zöllner und anderen als nothwendig angenommenen Thatsache aus, dass die Sonnenatmosphäre einschliesslich der obersten Schichten der Photosphäre eine ausserordentlich geringe Dichtigkeit besitzen, und wendet unter dieser Voraussetzung des Zustandes von nahe idealen Gasen die Gesetze der mechanischen Wärmetheorie an. Für die Erklärung der Flecke ist nach E. v. Oppolzer ein Erniedrigung der Temperatur nöthig, die durch örtliche Ausstrahlung (ähnlic wie dieses Kirchhoff und Zöllner annehmen) entsteht. Zur Erklärung dies localen Temperaturerniedrigungen werden absteigende Luftströmungen ang nommen, welche aber vermöge der auftretenden Druckvermehrungen selbst b kühlen Strömen eine locale Temperaturerhöhung herbeiführen. In Folge dies localen Temperaturerhöhung entsteht nach E. v. Oppolzer eine vermehrte A strahlung und damit eine Temperaturerniedrigung, welche die Fleckenbildu verursacht. Ob nun dieses richtig ist, oder ob nach der Meinung von Schein welcher sich hierbei der Ansicht von Secchi anschliesst, die blosse Temperat erhöhung durch die dadurch bewirkte Auflösung der in der Photosphäre s pendirten Condensationsprodukte eine verminderte Lichtausstrahlung erzeugt, allen Fällen werden grade in Folge der Temperaturerhöhung durch die steigenden Luftströme Flecken auftreten müssen. Es muss jedoch noch beme werden, dass die letztere Ansicht von der Entstehung der Flecke durch Auflö der lichtausstrahlenden Massen in der Photosphäre nur für die Dunkelheit Flecke gültig ist, aber im Widerspruch mit der Thatsache steht, dass die Fle auch weniger Wärme ausstrahlen. Aber auch die ursprüngliche Erklärung Flecke, welche von E. v. Oppolzer adoptirt wurde, bietet dieselbe Schwierigk indem ja die Fleckenbildung mit einer Temperaturerniedrigung, aber dies

[1]) The Sun, pag. 18/19.

[2]) Sitzungsberichte der kaiserlichen Academie der Wissenschaften in Wien, mathemat naturwissenschaftliche Classe, Bd. 102, II. Abtheilung.

[3]) »Die Strahlenbrechung auf der Sonne«; ein geometrischer Beitrag zur Sonnenp Stuttgart 1891.

Folge einer erhöhten Ausstrahlung zu Stande kommt; erstere würde sich bei wirklichen localen Temperaturmessungen ergeben; die Temperaturmessungen par distance aber könnten nicht diese localen Temperaturerniedrigungen verrathen, sondern im Gegentheile nur die erhöhte Wärmeausstrahlung.

Die Ursache der absteigenden Luftströme erklärt E. v. OPPOLZER aus der Analogie mit den ähnlichen Strömen auf der Erdoberfläche[1]); die Ströme steigen an den Polen auf, werden dann horizontal und sinken in niedrigeren Breiten zur Sonnenoberfläche nieder. »Die Polarregionen sind die Calmen der Sonne.« Aber die Ursache dieser aufsteigenden Ströme an den Polen bleibt natürlich auch hierbei unerörtert.

AUG. SCHMIDT hat in seiner erwähnten Abhandlung die Annahme, dass der Sonnenkörper und die Sonnenatmosphäre eine einzige continuirliche Gasmasse ohne Discontinuitätsfläche darstellt, consequent durchgeführt. Nach ihm sind die sich darbietenden Theilungen dieser Gasmasse in 3 Theile: den Sonnenkörper einschliesslich der Photosphäre, die darüberliegende Chromosphäre mit den Protuberanzen und endlich die Corona, d. h. also die zwischen diesen 3 Theilen sichtbaren Grenzflächen nur optische Erscheinungen, hervorgerufen durch regelmässige Strahlenbrechungen[2]). Unregelmässige Strahlenbrechungen würden das Licht, das aus verschiedenen Tiefen aus dem Sonnenkörper herauskommt, entsprechend vereinigt, bezw. zerstreut als Protuberanzen zur Erscheinung bringen. Aber sowohl gegen die Auffassung der Continuität des Sonnenkörpers und der Sonnenatmosphäre, als auch gegen die erwähnte Erklärung der Protuberanzen als rein optisches Phänomen lassen sich sehr zwingende Einwände erheben[3]). In erster Linie spricht gegen die Auffassung des Sonnenrandes als eines optischen Phänomens die thatsächliche Dichte der Atmosphäre, welche so gering ist, dass bei derselben das optische Phänomen des Sonnenrandes nicht zu Stande kommen kann; und was die Protuberanzen anbelangt, so ist ihre Realität durch ihre optischen Eigenschaften ausser Zweifel gestellt, so dass eine Erklärung derselben als rein optische Erscheinung, wie schon früher bei anderer Gelegenheit erwähnt wurde, unstatthaft ist. Uebrigens muss erwähnt werden, dass anomale Refractionen an sich bereits eine Ursache für die Störung des Brechungsvermögens voraussetzen, also Umwälzungen irgend welcher Art, welche dabei nach der Anschauung von SCHMIDT jedoch nicht selbst, sondern gleichsam nur durch Vermittlung von reellen Luftbildern und zwar an anderen Stellen localisirt, zu unserer Kenntniss gelangen.

Ueber die Temperatur der Sonne sind unsere Kenntnisse ebenfalls nur sehr mangelhaft; was wir messen können ist die Intensität der Strahlung; die aus denselben gezogenen Schlüsse auf die Temperatur können sich stets nur auf gewisse Voraussetzungen, z. B. über die Absorption in der Sonnen- und Erdatmosphäre u. s. w. stützen, und hierüber sind unsere Annahmen kaum mehr als Vermuthungen.

Die Bestimmung der Intensität der Sonnenstrahlung kann auf 2 Arten erfolgen, durch das VIOLLE'sche Actinometer oder durch das POUILLET'sche

---

[1]) Astron. Nachrichten Bd. 132, pag. 17.

[2]) Man vergl. die Abhandlungen von O. KNOPF: »Die SCHMIDT'sche Sonnentheorie und ihre Anwendung auf die Methode der spectroskopischen Bestimmung der Rotationsdauer der Sonne, Habilitationsschrift Jena 1893« und »Astron. Nachrichten« Bd. 134, pag. 105.

[3]) Vergl. das Referat von EGON v. OPPOLZER in der Vierteljahrschrift der Astron. Gesellschaft Bd. 30, 1895.

Pyrheliometer. Das erstere besteht aus zwei concentrischen Hohlkugeln[1]) von ca. 23 und 15 *cm* Durchmesser, von denen die äussere aussen polirt, die innere innen geschwärzt ist; die Kugeln sind in der Richtung eines Durchmessers so durchbohrt, dass durch die Durchbohrung Licht von der Sonne parallel hindurchgeht, wobei die Wände durch einen vorgesetzten Schirm vor der direkten Bestrahlung geschützt sind. Der Zwischenraum zwischen den beiden Metallkugeln kann mit Wasser von verschiedenen Temperaturen gefüllt und die Wassertemperatur durch ein von der Seite eingelassenes Thermometer abgelesen werden. Ein zweites Thermometer ist seitlich so eingelassen, dass seine geschwärzte Kugel sich genau im Centrum der beiden hohlen Metallkugeln befindet. In Folge der Sonnenstrahlung wird das beschienene Thermometer eine höhere Temperatur zeigen, als das umgebende Wasser. Ist t der Unterschied der Temperaturen und $\frac{S}{s} = 184000$ das Verhältniss der Gesammtoberfläche des ganzen Himmels zur Fläche der Sonne, so folgt daraus für die Temperatur T der Sonne

$$T = \frac{S}{s}t.$$

Nach Versuchen von VIOLLE 1877 betrug der Unterschied zwischen dem inneren und dem äusseren Thermometer zwischen 10 und 12·5°. SECCHI fand als Mittel $t = 12°$ für sehr verschiedene Temperaturen des umgebenden Wassers. WATERSTONE erhielt selbst bei einer Temperatur von 220° des umgebenden Wassers noch nahe denselben Werth. Es zeigte sich aber, dass mit steigender Höhe über dem Meeresspiegel oder bei besonderer Klarheit der Luft der Werth von t wächst; so fand SORET in der Höhe von 400 *m* $t = 15·5°$, in der Höhe von 2500 *m* gleich 18·6°; an der Spitze des Mont Blanc, in der Höhe von 4800 *m* gleich 21°. WATERSTONE fand in Jndien bei ganz reinem Himmel, bei der Sonnenhöhe von 70°: $t = 27·8°$. Die Temperatur t hängt daher von der Absorption der Wärme in der Erdatmosphäre ab; berücksichtigt man diese (durch genäherte Schätzung), so würde sich unter der Annahme einer Temperaturdifferenz $t = 29°$ die ausserordentlich hohe Temperatur von 5338000° ergeben. Dieses wäre aber nur die von der Sonne in den Weltraum gelangende Wärme, und da man einen Theil der wirklich ausgestrahlten Wärme auf die Absorption durch die Sonnenatmosphäre rechnen muss, so würde daraus folgen, dass die Temperatur des Sonneninneren eine ungeheure Höhe haben muss.

ZÖLLNER leitete aus gewissen, allerdings ebenfalls nicht ganz einwandsfreien hypothetischen Annahmen unter Anwendung der mechanischen Wärmetheorie die Temperatur an der Oberfläche des von ihm angenommenen glühendflüssigen Kernes gleich 13000° ab; in $\frac{1}{10}$ des Sonnenhalbmessers tiefer aber wäre dieselbe schon über eine Million Grade.

Das Pyrheliometer von POUILLET dient zur Bestimmung der durch die Sonnenstrahlung auf eine gewisse Fläche abgegebenen Wärmemenge. Ein cylindrisches Gefäss aus dünnem Kupferblech von 1 *dcm* Durchmesser der kreisförmigen Basis und von 15 *mm* Höhe, dessen vordere Basisfläche berusst ist, wird mit Wasser gefüllt, und so aufgestellt, dass die Sonnenstrahlen senkrecht auf die berusste Fläche fallen; zur Verhinderung von Strahlung sind die übrigen Flächen des Gefässes versilbert und polirt. Durch die aufgefangene Wärmemenge wird die Temperatur des in dem Gefässe befindlichen Wassers erhöht,

[1]) Auf mancherlei Modificationen, welche später in Anwendung kamen, kann hier nicht eingegangen werden.

und aus der Temperaturerhöhung und den Constanten des Gefässes kann man die ausgestrahlte Wärmemenge berechnen. Ist P die Menge des in dem Gefässe enthaltenen Wassers, p der Wasserwerth des Gefässes, so ist die absorbirte Wärmemenge bei einer beobachteten Temperatursteigerung um t Grade gleich $(P+p)t$; ist die Ausstrahlungswärme q (p und q müssen numerisch bestimmt werden), so ist $(P+p)t+q$ die in der Zeit τ (der Bestrahlungszeit) von dem Querschnitt Q des Gefässes absorbirte Wärme; es ist daher die in einer Zeitminute (τ in Zeitminuten ausgedrückt) von der Querschnittseinheit absorbirte Wärmemenge

$$\frac{(P+p)t+q}{Q\tau} \text{ Calorien.}$$

Auch hier muss übrigens die Absorption der Erdatmosphäre entsprechend berücksichtigt werden. POUILLET erhielt das Resultat, dass jeder Quadratcentimeter der Erdoberfläche in der Minute von der Sonne $w = 1·7633$ Wärmeeinheiten erhalten würde, wenn die von der Sonne ausgestrahlte Wärme ohne Absorption durch die Erdatmosphäre zur Erdoberfläche gelangen würde.

Um hieraus den Wärme- und mechanischen Effekt der Sonnenstrahlung überblicken zu können, mögen die folgenden Zahlen dienen. Während jeder Minute erhält die beschienene Oberfläche der Erde $\pi r^2 w$ Wärmeeinheiten, indem der Betrag w auf jeden Quadratcentimeter des Querschnittes der Erdkugel auffällt (r in Centimetern ausgedrückt); die Wärmemenge $\pi r^2 w$ vertheilt sich allerdings ungleichmässig auf die einzelnen Theile der Erdoberfläche, aber in der Summe ist die von der Erde aufgefangene Wärmemenge eben gleich derjenigen, welche der durch den Erdmittelpunkt senkrecht auf die Richtung der Sonnenstrahlen gelegte Querschnitt erhält. Im Laufe eines Jahres erhält daher die Erde die Wärmemenge $W = \pi r^2 w \times 60 \times 24 \times 365·25$ Calorien, welche eine Wasserschicht von W Centimeter Dicke um 1° erhöhen würde, oder eine Schicht von $\frac{W}{79·25 \times 0·95}$ (dividirt durch das specifische Gewicht und die Schmelzwärme des Eises) $= 30·8\ m$ Eis auf der Erdoberfläche schmelzen würde. Die von dem Quadratcentimeter der Sonnenoberfläche ausgestrahlte Wärmemenge ist per Minute $w \cdot v^2$, wenn v das Verhältniss $= \frac{\text{Entfernung der Erde von der Sonne}}{\text{Halbmesser der Sonne}}$ bedeutet. Diese Wärme ist ausreichend, um eine ein Meter dicke Wasserschicht in einer Minute um 800° zu erhöhen oder in einer Secunde eine Wasserschicht von 13·3 Meter Dicke um einen Centigrad zu erhöhen. Da das Gewicht einer Wassermasse von dieser Höhe und einem Quadratmeter Querschnitt 13300 *kgr* beträgt, so entspricht dieses pro Quadratmeter einer Arbeitsleistung von $13300 \times 424\ kgrm = \frac{13300 \times 24}{75} = 75200$ Pferdekräfte $= P$.

Nun ist die Oberfläche der Sonne $Q = 64·10^{17}$ Quadratmeter
das Volumen der Sonne $V = 153·10^{25}$ Kubikmeter
die Masse der Sonne $M = 186·10^{28}$ Kilogramm.

Der mechanische Effekt der Wärmestrahlung auf der ganzen Sonnenoberfläche ist daher PQ Pferdekräfte pro Minute und $PQ \times 60 \times 24 \times 365·25$ pro Jahr, was einer Temperaturerniedrigung von $\frac{13300 \cdot Q \times 60 \times 24 \times 365·25}{Ms}$ entspricht, wenn die specifische Wärme der Sonne s ist. Für $s = 1$ (Wasser) würde dieses eine jährliche Temperaturerniedrigung um 1·5° geben. Nun ist aber die specifische Wärme aller Körper sowohl im festen wie im flüssigen Zustande

wesentlich kleiner; ebenso die specifische Wärme des Wasserdampfes. Mit der specifischen Wärme 0·5 (Wasserdampf) würde die Temperaturerniedrigung etwa 3°, mit der specifischen Wärme ¼ (jene der Luft, des *O*, *N*, *H*) etwa 6°; mit der specifischen Wärme 0·1 (Eisen, Kupfer) etwa 15°.

An sich ist diese Temperaturerniedrigung keine besonders wesentliche und bei der hohen Temperatur der Sonne muss sich die durch diese Temperaturerniedrigung bedingte Verminderung der Strahlung eigentlich den Beobachtungen vollkommen entziehen. Allein dieser Wärmeverlust ist ein fortdauernder, und in den historischen Zeiten von nur etwa 4000 Jahren würde der Wärmeverlust, wenn man denselben jährlich nur etwa 5° annimmt, schon über 20000° betragen. Auch dieser Betrag wäre zu vernachlässigen, wenn die Temperatur der Sonne mehrere Millionen Grade betragen würden, wie dieses von vielen Forschern angenommen wird. Aber diese Zahl ist durchaus nicht unangefochten und viele Forscher erhielten andere, z. Thl. um sehr vieles niedrigere Zahlen (selbst nur 10000° und noch weniger), und andererseits sind die historischen Zeiträume als verschwindend anzusehen gegenüber den geologischen Zeiträumen, nach denen das Alter der Erde zählt. Wenn man beachtet, dass bereits in den jüngeren Formationen des palaeozooischen Zeitalters (in den Steinkohlen und im Lyas) die Amphibien und Reptilien, und bereits im Trias die ersten Vögel und Beutelthiere auftreten, so muss man wohl die geologischen Zeiträume, vielleicht nur mit Ausschluss der ältesten primordialen Formationen der vulkanischen Gesteine als unter dem Einfluss derselben oder wenigstens nicht sehr geänderten meteorischen Einflüsse stehend denken, welche gegenwärtig noch das Leben beherrschen, und demgemäss die Dauer der von der Sonne aus stattfindenden Ausstrahlung der Wärme nach hunderten Millionen von Jahren zählen, wenn es auch möglicherweise nicht als ausgeschlossen anzusehen ist, dass, wenigstens bis zum ersten Auftreten der Vögel im Trias eine allmählig steigende Ausstrahlung stattfand, so dass also die früher anzunehmende vielleicht doch nicht unwesentlich geringer war. Aber selbst wenn man die Periode der poikilothermen Thiere mit geringerer Strahlung einrechnet, und erst die Secundär- und Tertiärzeit, welche als die Periode der homeothermen Thiere anzusehen ist, so in Rechnung bringt, wird an der obigen Rechnung nicht allzuviel geändert. Man muss also nach Quellen der Sonnenwärme suchen, welche den durch beständige Ausstrahlung entstehenden Verlust gedeckt haben.

Auf wissenschaftlicher, noch jetzt discutirbarer Basis sind zwei Annahmen über die Ursache der Sonnenwärme gegründet.

Die ältere Annahme ist diejenige von Robert Mayer begründete, welche zum ersten Mal den Verlust an Wärme gemäss der von ihm begründeten mechanischen Wärmetheorie als einen Verlust an Energie auffasste, der durch den Fall von Himmelskörpern auf die Sonne ersetzt werde. Genauere Rechnung hierüber hat Thomson angestellt. Er fand, dass der Fall einer der grossen Planeten aus ihrer jeweiligen Entfernung auf die Sonne eine Wärmemenge erzeugen würde, welche allerdings für einige Zeit (selbst bis mehrere tausend Jahre) ausreichen würde, um die Ausstrahlung in den Weltraum zu decken; und so würde die erforderliche Wärme gedeckt:

durch den Fall des			durch den Fall des	
Merkur	für 6 Jahre	219 Tage	Jupiter	für 32254 Jahre
Venus	„ 83 „	326 „	Saturn	„ 9652 „
Erde	„ 95 „	19 „	Uranus	„ 1610 „
Mars	„ 12 „	259 „	Neptun	„ 1890 „

Durch den Fall aller Planeten zusammen würde die Wärme für 45600 Jahre gedeckt, eine lange Zeit, aber im Vergleiche mit den oben erwähnten geologischen Perioden eine belanglose Dauer.

Die fortgesetzte Wärmeausstrahlung würde gedeckt, wenn durchschnittlich in jeder Stunde 1 *kgr* Meteore auf jeden Quadratmeter der Sonnenoberfläche niederfallen würde. Dieses ist nun durchaus nicht vorweg auszuschliessen, und würde stattfinden, wenn man den Fall von Meteormassen auf die Sonne voraussetzen würde; allein dieses müsste eine continuirliche Vergrösserung des Durchmessers und der Masse der Sonne zur Folge haben. Mit der Dichte des Eisens würde diese im Laufe eines Jahres eine Schicht von etwa 2 *m* Dicke auf der Sonnenoberfläche bilden, in 20000 Jahren daher eine Zunahme des Sonnendurchmessers um 1″ und eine Vermehrung der Sonnenmasse um $\frac{1}{1000}$ ihres jetzigen Betrages. Die Vergrösserung des Sonnendurchmessers wäre in den Beobachtungen aus historischen Zeiten gewiss nicht zu constatiren; hiergegen würde sich die Massenzunahme in der Bewegung der Himmelskörper zeigen können. Bei der Erde würde die Beschleunigung im Verlaufe von 2000 Jahren nach THOMSON etwa $\frac{1}{8}''$ betragen; da überdiess diese Beschleunigung für die verschiedenen Planeten nicht gleich ist, so würde sich eine für die verschiedenen Planeten verschiedene Seculargleichung ergeben.

Im Jahre 1853 stellte HELMHOLTZ die Theorie der Condensation auf. Nach ihr ist die Quelle der Sonnenwärme eine beständig fortschreitende Verdichtung der Sonne. Wenn dieselbe derart angenommen wird, dass sich innerhalb 9500 Jahren der Sonnendurchmesser um 1″ vermindern würde, so würde dieses vollkommen hinreichen, um die erzeugte Wärmemenge zu erklären. Eine solche Verkleinerung würde ebenso wie die in der älteren Theorie angenommene Vergrösserung des Halbmessers gewiss nicht zu constatiren sein. Auch steht eine solche Verdichtung mit der KANT-LAPLACE'schen Nebularhypothese in direktem Zusammenhang. Durch Verdichtung der in einem Zustande äusserster Verdünnung befindlichen kosmischen Massen von dem Halbmesser gleich der Neptunsbahn bis zur jetzigen Grösse der Sonne würde eine Temperaturentwickelung von 28000000° stattfinden, welche, wenn die Verdichtung langsam und allmählig stattfindet, den Wärmebedarf für lange Epochen zu decken im Stande ist. Bei der nach dem Wärmebedarf der Erde, bezw. aus den Temperaturbeobachtungen auf der Erde zu schliessenden Strahlung würde diese Wärme für 18 Millionen Jahre ausgereicht haben. Bei weiterer Verdichtung bis zur Dichte der Erde würde eine Wärmeentwickelung entstehen, welche für weitere 17 Millionen Jahre ausreichen würde, wobei erst nach je 24000 Jahren eine Verringerung des Sonnendurchmessers um je 1″ stattfinden würde. Wenn aber auch durch die Verdichtung der Sonne von dem Volumen einer Kugel deren Halbmesser gleich der Entfernung des Neptun von der Sonne ist, bis zur Dichte der Erde die Wärmemenge für 35 Millionen Jahre gedeckt erscheinen würde, so ist dieses noch nicht ausreichend, um die Wärmemenge für die erwähnten geologischen Epochen zu erklären.

Hierzu kann sich nun allerdings noch eine dritte Wärmequelle gesellen, die chemischen Ursprunges ist. Bei Dissociationen findet im allgemeinen (mit wenigen Ausnahmen) ein Wärmeverbrauch, bei Associationen ein Freiwerden von Wärme statt. Bei der Bildung zusammengesetzter Körper aus den einfachen als unter hoher Temperatur stehenden Elementen wird daher ebenfalls Wärme entwickelt, oder umgekehrt wird bei Wärmeausstrahlung eine solche Association stattfinden, und jene durch diese gedeckt. So wird also gleichsam

eine innere Abkühlung stattfinden können, die sich durch das Thermometer nicht offenbaren wird, und nur darin besteht, dass sich zusammengesetzte Körper derselben Temperatur bilden (so z. B. entsteht bei der Aggregation von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser im Knallgasgebläse eine ausserordentlich hohe Temperatur). Vielleicht würde diese Wärme allein ausreichen, um den ganzen Wärmebedarf zu decken. Viel wahrscheinlicher aber ist es, dass alle drei Faktoren zusammenwirken, dass nebst der Condensation und der Aggregation auch ein Fall von Meteormassen auf die Sonne stattfindet; was der Sonne durch Condensation und Aggregation an Volumen verloren geht, würde theilweise oder ganz durch den Fall von Meteormassen wieder ersetzt, so dass nach Maassgabe des Verhältnisses der drei Wirkungen eine Vergrösserung oder Verkleinerung stattfinden könnte, aber jedenfalls in einem Betrage, welcher sich den Messungen in historischen Zeiten vollkommen entzieht. Hingegen würde durch den letzten Faktor eine Massenzunahme stattfinden, die eine Beschleunigung aller Bewegungen nach sich ziehen müsste; dass sich diese den Beobachtungen ebenfalls entziehen könnte, ist natürlich auch nicht ausgeschlossen. N. Herz.

Eigenbewegung des Sonnensystems. Unsere Beobachtungen der Fixsterne lehren uns die Coordinaten derselben kennen bezogen auf den Aequator als Fundamentalebene, den Frühlingspunkt als Zielpunkt der *X*-Axe und den Sonnenmittelpunkt als Coordinatenanfang. Bis auf Halley's Zeit hielt man diese Bestimmung für eine absolute, d. h. man nahm an, dass es nur einer genauen Kenntniss der Veränderungen der das Coordinatensystem festlegenden Richtung der Erdaxe und der Erdbahn bedürfe, um die zu verschiedenen Zeiten erlangten Bestimmungen der Coordinaten mit einander verbinden zu dürfen. Halley wies nun im Jahre 1718 in seiner Abhandlung: *On the change of the latitude of the principal fixed stars* nach, dass in dem mittleren Orte der Fixsterne sich neben der Wirkung der Präcession noch eine andere Bewegung offenbare, die allerdings fast ausnahmslos so klein ist, dass sie sich erst bei der Vergleichung weit auseinander liegender Bestimmungen bemerkbar macht. Die ersten genaueren Bestimmungen dieser als Eigenbewegungen bezeichneten Aenderungen lieferte Tobias Mayer im Jahre 1760 durch die Vergleichung seiner Göttinger Beobachtungen mit denen Römer's. Seitdem ist unsere Kenntniss dieser Bewegungen zwar erheblich erweitert, trotzdem aber bilden sie wegen ihrer Kleinheit und ihrer engen Verbindung mit der Präcessionswirkung auch heute noch die am meisten gefürchtete Fehlerquelle im Orte der Fixsterne. Die Spectralanalyse hat in unserer Zeit nach langen vergeblichen Bemühungen durch Vogel's Arbeiten die für die vollständige Kenntniss der Grösse und der Richtung dieser Bewegungen noch nöthige Bestimmung der Bewegung in der Richtung des Visionsradius ermöglicht.

Sobald durch Tobias Mayer eine genauere Bestimmung der Eigenbewegungen einer grösseren Zahl von Sternen erlangt war, sah man ein, dass die Möglichkeit gegeben sei, diese Bewegungen wenigstens theilweise durch eine Bewegung des Sonnensystems selbst zu erklären und Mayer selbst hebt dies ausdrücklich hervor, vermochte aber die daraus gefolgerte Wirkung — ein Auseinanderrücken der Sterne in der Gegend des Zielpunktes der Sonnenbewegung — nicht zu erkennen. So blieb es W. Herschel vorbehalten auch in dieser Frage die ersten entscheidenden Schritte zu thun. Er beschäftigt sich mit derselben in 3 Aufsätzen in den Phil. Transactions of the Royal Soc. aus den Jahren 1783, 18[illegible]

und 1806. Sein im wesentlichen auf geometrische Betrachtungen gegründetes Resultat wurde später durch ARGELANDER auf Grund eines weit grösseren und zuverlässigeren Materials durch Rechnung nahe bestätigt.

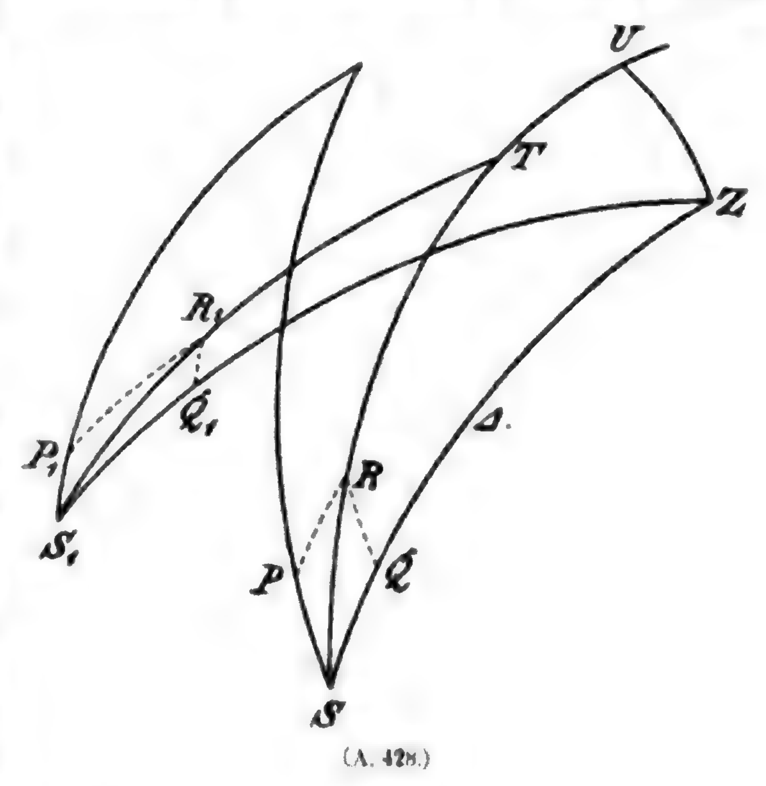
Bei der Behandlung der Aufgabe sind 3 verschiedene Bewegungen zu unterscheiden. Die beobachtete Bewegung setzt sich zusammen aus zweien, nämlich aus der dem Sterne selbst eigenthümlichen Bewegung — »*motus peculiaris*« genannt — bestehend in einer Ortsänderung des Sternes im Raume und zweitens aus der scheinbaren Bewegung des Sternes, welche bewirkt wird durch die wirkliche Ortsänderung unseres Sonnensystems im Raume; diese Bewegung wird bezeichnet als »*motus parallacticus*«. Die aus der Zusammensetzung dieser beiden Bewegungen resultirende und zur Beobachtung kommende Bewegung wird »Eigenbewegung, *motus proprius*« genannt. Die Aufgabe ist nun die, aus den gegebenen Werthen der *motus proprii* das Gesetz der *motus parallactici* zu enthüllen. Die Aufgabe ist nur zu lösen mit Hilfe von Hypothesen über die Wirkung der *motus peculiares*, und durch die Annahmen, die in dieser Hinsicht gemacht werden, ergeben sich die verschiedenen Methoden.

Einer Bewegung der Sonne auf einen bestimmten Punkt des Himmels entspricht eine scheinbare Bewegung der Sterne auf einen diametral gegenüberliegenden Punkt der Sphäre. Sind also A, D die Coordinaten des Zielpunktes der Sonnenbewegung, des Apex, so müssten die *motus parallactici* der Sterne gerichtet sein auf den Punkt $180° + A$, $-D$; diesen Punkt nennen wir den Antiapex. Der Winkel, unter welchem die Bewegung der Sonne aus der Einheit der Entfernungen senkrecht gesehen erscheint, sei q, und ein beliebiger Stern habe die Entfernung ρ von der Sonne, und sein Abstand im Bogen grössten Kreises vom Antiapex heisse Δ. Wir finden dann den Winkel s, unter welchem von diesem Stern aus die Bewegung der Sonne erscheinen würde, d. i. die parallactische Bewegung des Sternes, durch die Proportion:

$$\sin s : \sin(180° - \Delta) = \sin q : \rho$$

$$s = \frac{q}{\rho} \sin\Delta. \qquad (1)$$

$\sin q$ ist die lineare Bewegung der Sonne ausgedrückt in der der Entfernung der Sterne zu Grunde gelegten Einheit.



(A. 428.)

Seien jetzt, Fig. 428, S und S_1 die Oerter zweier Sterne an der Sphäre und Z der Antiapex. Die Bögen SQ und S_1Q_1, die verlängert sich in Z schneiden, mögen ihrer Grösse und Richtung nach die parallactischen Bewegungen dieser Sterne bezeichnen, während SP und S_1P_1 die *motus peculiares* seien. Die aus beiden resultirenden Bewegungen SR, bezw. S_1R_1 sind die von uns beobachteten Eigenbewegungen. Je zwei dieser Eigenbewegungen liefern einen Schnittpunkt T und wir erkennen, dass sich der Einfluss der parallactischen

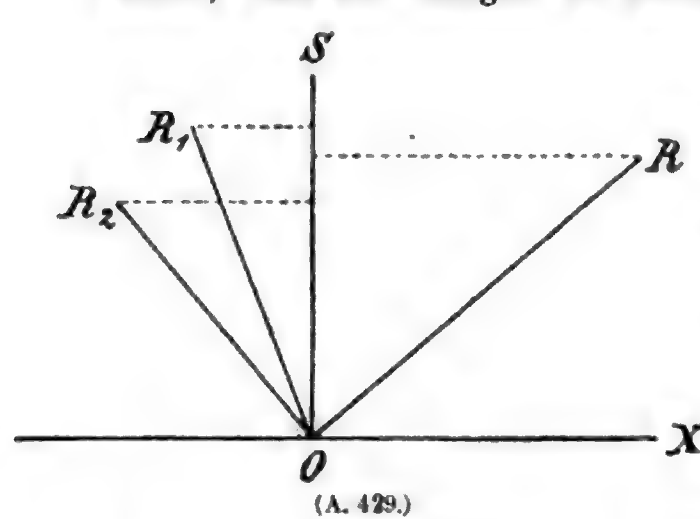
Bewegungen, also der Sonnenbewegung, darin offenbaren muss, dass wir eine Anhäufung von Schnittpunkten T in der Nähe des Antiapex finden. Nennen wir den Positionswinkel der beobachteten Eigenbewegung φ, den Positionswinkel der parallactischen Bewegung ψ, so ergiebt sich der Abstand ZU des Antiapex von der Richtung der Eigenbewegung durch

$$\sin ZU = \sin \Delta \sin (\varphi - \psi)$$
$$= \rho \frac{s}{q} \sin (\varphi - \psi).$$

Dies ist die Gleichung, die HERSCHEL zur Bestimmung der Lage des Antiapex benutzte. Indem er annahm, dass die *motus peculiares* regellos vertheilt seien, so dass positive und negative Werthe von $\varphi - \psi$ gleich wahrscheinlich sein müssten, und indem er die Entfernung der Sterne zunächst unberücksichtigt liess, stellte er die Forderung auf

$$\Sigma s \sin (\varphi - \psi) = 0.$$

Ziehen wir, Fig. 429, von einem Punkte O aus die Linien OR, OR_1, OR_2 . . . . derart, dass ihre Längen die Grösse, ihre Richtungen gezählt von einer beliebigen Anfangsrichtung OX aus die beobachteten Winkel φ darstellen, und ziehen wir ferner eine Linie OS derart, dass die Summe der Abstände der Punkte R von dieser Linie verschwindet, so sind die Winkel ROS, R_1OS, R_2OS . . . . die der obigen Gleichung Genüge leistenden Winkel $\varphi - \psi$ und wir können nun, indem wir an zwei der beobachteten Richtungen SR Fig. 428, die gefundenen Winkel



(A. 429.)

$\varphi - \psi$ antragen, die Richtungen SQ und SQ_1 und damit den Punkt Z finden. Zur Ermittelung der Grösse der Sonnenbewegung führte HERSCHEL eine andere einfache Ueberlegung. Er nahm die Entfernung der Sterne ihrer Helligkeit entsprechend an und berechnete nun nach der Formel $s = \frac{q}{\rho} \sin \Delta$, in welcher Δ jetzt bekannt ist, die einem angenommenen Werthe von q entsprechenden Werthe s. Die Dreiecke SQR Fig. 428, in welchen nun $SQ = s$, $SR =$ beob. E. B., $\sphericalangle QSR = \varphi - \psi$ bekannt sind, gestatten jetzt die Werthe QR, d. i. die *motus peculiares* zu berechnen. HERSCHEL findet durch Versuche denjenigen Werth des q, der etwa in der Mitte der ihm entsprechenden Werthe der *motus peculiares* liegt, und betrachtet diesen als den wahrscheinlichsten.

Dies HERSCHEL'sche Resultat ist schon deshalb von Wichtigkeit, weil es für die spätere genauere und eingehendere Untersuchung ARGELANDER's als Ausgangspunkt gedient hat.

Die analytische Behandlung des Zusammenhangs zwischen den Eigenbewegungen der Sterne und der Bewegung unserer Sonne gründet sich am einfachsten auf die Ausdrücke der rechtwinkligen relativen Coordinaten der Sterne in Bezug auf unsere Sonne. Sie ist in ähnlicher Weise zuerst gegeben von KLÜGEL im Anhange des Berliner Jahrbuchs von 1789. Sind x, y, z die rechtwinkligen Coordinaten des Sternes, X, Y, Z die auf dasselbe System bezogenen

rechtwinkligen Coordinaten der Sonne und α, δ die heliocentrische Rectascension und Declination, ρ die Entfernung des Sternes von der Sonne, so haben wir die Ausdrücke

$$x - X = \rho \cos\delta \cos\alpha$$
$$y - Y = \rho \cos\delta \sin\alpha$$
$$z - Z = \rho \sin\delta$$

und erhalten durch vollständige Differentiation

$$\begin{aligned} dx - dX &= -\rho \cos\delta \sin\alpha\, d\alpha - \rho \sin\delta \cos\alpha\, d\delta + \cos\delta \cos\alpha\, d\rho \\ dy - dY &= \rho \cos\delta \cos\alpha\, d\alpha - \rho \sin\delta \sin\alpha\, d\delta + \cos\delta \sin\alpha\, d\rho \\ dz - dZ &= \rho \cos\delta\, d\delta + \sin\delta\, d\rho. \end{aligned} \tag{2}$$

Aus diesen Gleichungen ergeben sich durch Elimination die den verschiedenen Methoden zu Grunde liegenden Bedingungsgleichungen. Wir erhalten zunächst folgende Ausdrücke für $d\alpha$, $d\delta$ und $d\rho$

$$\begin{aligned} \cos\delta\, d\alpha &= -\sin\alpha \frac{1}{\rho}(dx - dX) + \cos\alpha \frac{1}{\rho}(dy - dY) \\ d\delta &= -\cos\alpha \sin\delta \frac{1}{\rho}(dx - dX) - \sin\alpha \sin\delta \frac{1}{\rho}(dy - dY) + \cos\delta \frac{1}{\rho}(dz - dZ) \\ d\rho &= \cos\alpha \cos\delta\, (dx - dX) + \sin\alpha \cos\delta\, (dy - dY) + \sin\delta\, (dz - dZ). \end{aligned} \tag{3}$$

$d\alpha$, $d\delta$ sind nicht die direkt beobachteten Aenderungen der Rectascension und Declination des Sternes. Diese bestehen nämlich aus zwei Theilen, aus den durch die Eigenbewegung bewirkten wirklichen Aenderungen und den aus den Fehlern der angenommenen Präcessionswerthe hervorgehenden scheinbaren. Nur der erstere Theil darf in unsere Gleichungen (3) eingeführt werden. Bezeichnen wir mit $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ die beobachteten Aenderungen, so ist

$$\begin{aligned} d\alpha &= \Delta\alpha - dm - dn \sin\alpha \tang\delta = \Delta\alpha - dp \cos\varepsilon - dp \sin\varepsilon \sin\alpha \tang\delta \\ d\delta &= \Delta\delta - dn \cos\alpha \qquad\qquad\quad = \Delta\delta - dp \sin\varepsilon \cos\alpha, \end{aligned}$$

wobei mit ε die Schiefe der Ekliptik, mit dp die Correction der Präcessionsconstante bezeichnet ist.

Die Aenderungen der rechtwinkligen Coordinaten der Sonne werden durch die lineare Bewegung q der Sonne und die Coordinaten A, D des Apex bestimmt vermittels der Gleichungen

$$dX = q \cos D \cos A \qquad dY = q \cos D \sin A \qquad dZ = q \sin D.$$

Damit ergeben sich nun folgende Gleichungen

$$\begin{aligned} \Delta\alpha \cos\delta &= \frac{q}{\rho} \cos D \sin(\alpha - A) - \sin\alpha \frac{dx}{\rho} + \cos\alpha \frac{dy}{\rho} + dp(\cos\varepsilon \cos\delta + \sin\varepsilon \sin\delta \sin\alpha) \\ \Delta\delta &= \frac{q}{\rho} \sin\delta \cos D \cos(\alpha - A) - \frac{q}{\rho} \cos\delta \sin D - \cos\alpha \sin\delta \frac{dx}{\rho} - \sin\alpha \sin\delta \frac{dy}{\rho} \\ &\quad + \cos\delta \frac{dz}{\rho} + dp \sin\varepsilon \cos\alpha. \end{aligned} \tag{4}$$

Bestimmen wir nun die Componenten des *motus peculiaris* des Sternes in einem rechtwinkligen Coordinatensysteme, dessen Anfangspunkt im Sterne liegt, dessen Z-Axe mit dem Visionsradius zusammenfällt und dessen X-Axe durch den Schnitt der Ebene des Parallelkreises des Sternes und der zum Visionsradius senkrechten Ebene gebildet wird und positiv nach der Seite der wachsenden Rectascensionen gezählt wird. Die Coordinaten der Zielpunkte der neuen Axen sind:

X'-Axe: $\alpha + 90°$, $0°$
Y'-Axe: $\alpha + 180°$, $90° - \delta$
Z'-Axe: α $\quad\delta$

Durch Multiplication mit dem Cosinus der Neigungswinkel dieser Axen gegen die ursprünglichen Axen ergeben sich die neuen Componenten der Bewegung:

$$u = dx' = -\sin\alpha\, dx + \cos\alpha\, dy$$
$$v = dy' = -\sin\delta\cos\alpha\, dx - \sin\delta\sin\alpha\, dy + \cos\delta\, dz$$
$$w = dz' = \cos\delta\cos\alpha\, dx + \cos\delta\sin\alpha\, dy + \sin\delta\, dz.$$

Die Gleichungen (4) können wir also auch folgendermaassen schreiben

$$\begin{aligned}\Delta\alpha\cos\delta &= \frac{q}{\rho}\cos D\sin(\alpha - A) + \frac{1}{\rho}\ \textit{motus peculiaris}\ \text{im Parallel} + \\ &\quad + dp(\cos\varepsilon\cos\delta + \sin\varepsilon\sin\delta\sin\alpha) \\ \Delta\delta &= \frac{q}{\rho}\sin\delta\cos D\cos(\alpha - A) - \frac{q}{\rho}\cos\delta\sin D + \\ &\quad + \frac{1}{\rho}\ \textit{motus peculiaris}\ \text{im Meridian} + dp\sin\varepsilon\cos\alpha.\end{aligned} \tag{5}$$

Dies sind die zuerst von AIRY[1]) aufgestellten und seitdem vielfach angewandten Gleichungen. Um sie zur Bestimmung von A und D verwenden zu können, sind Hypothesen, über die uns durch die Beobachtung nicht gegebenen Entfernungen der Sterne, sowie über die Natur und Wirkungsweise der *motus peculiares* zu machen.

In ersterer Beziehung hat man 3 verschiedene Annahmen gemacht. Man hat entweder angenommen die Entfernung der Sterne sei umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus der Helligkeit, so dass also in der doppelten Entfernung die Helligkeit eines Sternes auf ¼ sinken würde, oder man hat die Entfernung umgekehrt proportional der Grösse der beobachteten Eigenbewegung gesetzt, oder man hat drittens die von W. STRUVE[2]) aufgestellte aus der Abzählung der in den BESSEL'schen Zonen vorkommenden Sterne der verschiedenen Grössenklassen geschlossene Tafel der Entfernungen benutzt. Diese Tafel ist in den letzten Jahren durch L. STRUVE, SCHIAPARELLI und RISTENPART weiter ausgebildet. Bezüglich des zweiten Punktes hat man in der Regel die Annahme gemacht, dass die *motus peculiares* den Charakter zufälliger Fehler hätten, also dem Fehlergesetze unterworfen seien, und dass diejenigen Werthe von A und D und q die wahrscheinlichsten seien, die die Summe ihrer Quadrate zu einem Minimum machen. Die in den einzelnen Gleichungen (5) übrigbleibenden Fehler werden also als allein aus den *motus peculiares* herrührend angesehen. AIRY hat indess auch eine Ausgleichung ausgeführt ausgehend von der Annahme, dass *motus peculiares* überhaupt nicht auftreten, sondern die Fehler der Gleichung (5) nur entstanden seien aus unseren Beobachtungsfehlern. Der ersteren Annahme entsprechen die Gleichungen

$$\begin{aligned}\rho\Delta\alpha\cos\delta &= q\cos D\sin(\alpha - A) + \rho dp(\cos\varepsilon\cos\delta + \sin\varepsilon\sin\alpha\sin\delta) \\ \rho\Delta\delta &= q\sin\delta\cos D\cos(\alpha - A) - q\cos\delta\sin D + \rho dp\sin\varepsilon\cos\alpha.\end{aligned} \tag{6}$$

Bei der zweiten Annahme haben wir noch Rücksicht zu nehmen auf die möglicher Weise vorhandenen constanten Fehler $d\Delta\alpha$ und $d\Delta\delta$ der Eigenbewegungen, die aus den Fehlern des Aequinoctiums und des Declinationssystems der verglichenen Cataloge hervorgehen und so die Gleichungen aufzustellen

---

[1]) AIRY: »On the movement of the solar system in space.« Memoirs of the Roy. Astr. Soc. Vol. XXVIII.

[2]) W. STRUVE: »Etudes d'Astronomie stellaire« und Einleitung zum »Catalogus novus stellarum duplicium«.

$$\begin{aligned}\Delta\alpha\cos\delta &= \frac{q}{\rho}\cos D\sin(\alpha - A) + d\rho\sin\varepsilon\sin\alpha\sin\delta + (d\rho\cos\varepsilon + d\Delta\alpha)\cos\delta \\ \Delta\delta &= \frac{q}{\rho}\sin\delta\cos D\cos(\alpha - A) - \frac{q}{\rho}\cos\delta\sin D + d\rho\sin\varepsilon\cos\alpha + d\Delta\delta.\end{aligned} \tag{7}$$

Eine dritte Hypothese über die *motus peculiares* ist später noch besonders zu besprechen.

Die dritte der Gleichungen (3) ergiebt uns die Bedingungsgleichung:

$$d\rho = -q\cos\delta\cos D\cos(\alpha - A) - q\sin\delta\sin D + \textit{motus pec.}\text{ im Visionsradius}, \tag{8}$$

nach welcher Gleichung die aus der Verschiebung der Spectrallinien berechneten Bewegungen im Visionsradius auszugleichen sind. Bei den bislang ausgeführten Versuchen der Anwendung von HOMANN[1]) unter Benutzung der Greenwicher Beobachtungen und von KEMPF[2]) und RISTEEN[3]) unter Benutzung der VOGELschen Beobachtungen ist wieder die Annahme gemacht, dass die *motus peculiares* wie zufällige Fehler eingehen, und wenn also, wie es thatsächlich der Fall ist, das Resultat dieser Rechnungen mit dem aus den Gleichungen (6) nicht zu vereinigen ist, so ist die einfachste Erklärung die, dass die Hypothesen über die Vertheilung der *motus peculiares* nicht richtig sind. Man vergleiche hierüber auch Astr. Nachr. 3284.

Führen wir in die Gleichungen (5) für A und D Näherungswerthe A_0, D_0 ein und nennen dA, dD die Abweichungen dieser Werthe von den wahren Werthen, ferner u und v die *motus peculiares* in der Richtung des Parallels, bezw. des Declinationskreises, so gehen die Gleichungen über in

$$\begin{aligned}\Delta\alpha\cos\delta = {} & \frac{q}{\rho}\cos D_0\sin(\alpha - A_0) - \frac{q}{\rho}\sin D_0\sin(\alpha - A_0)dD - \frac{q}{\rho}\cos D_0\cos(\alpha - A_0)dA \\ & + \frac{1}{\rho}u + d\rho(\cos\varepsilon\cos\delta + \sin\varepsilon\sin\alpha\sin\delta) \\ \Delta\delta = {} & \frac{q}{\rho}\sin\delta\cos D_0\cos(\alpha - A_0) - \frac{q}{\rho}\cos\delta\sin D_0 - \frac{q}{\rho}[\sin\delta\sin D_0\cos(\alpha - A_0) \\ & + \cos\delta\cos D_0]dD + \frac{q}{\rho}\sin\delta\cos D_0\sin(\alpha - A_0)dA + \frac{1}{\rho}v + d\rho\sin\varepsilon\cos\alpha.\end{aligned}$$

Nennen wir aber wieder φ den Positionswinkel und Δs die Grösse der Eigenbewegung im Bogen grössten Kreises, so ist:

$$\Delta\alpha\cos\delta = \Delta s\sin\varphi \qquad \Delta\delta = \Delta s\cos\varphi.$$

Ferner ist im Dreieck zwischen dem Pol, dem Sternort und dem Punkte $180° + A_0$, $-D_0$, wenn wie früher ψ_0 der Positionswinkel der Richtung zum genäherten Ort des Antiapex, Δ_0 der Abstand von diesem Punkte ist,

$$\begin{aligned}\sin\Delta_0\sin\psi_0 &= \cos D_0\sin(\alpha - A_0) \\ \sin\Delta_0\cos\psi_0 &= -\sin D_0\cos\delta + \cos D_0\sin\delta\cos(\alpha - A_0) \\ \cos\Delta_0 &= -\sin D_0\sin\delta - \cos D_0\cos\delta\cos(\alpha - A_0).\end{aligned}$$

---

[1]) HOMANN: Beiträge zur Untersuchung der Sternbewegungen und der Lichtbewegung durch Spectralmessungen. Berlin 1885.

[2]) Astr. Nachr. 3150.

[3]) Astron. Journal No. 298.

Indem wir dieses substituiren, folgen die Gleichungen:

$$\begin{aligned}\Delta s \sin\varphi &= \frac{q}{\rho}\sin\Delta_0 \sin\psi_0 - \frac{q}{\rho}\sin D_0 \sin(\alpha - A_0)\,dD - \frac{q}{\rho}\cos D_0 \cos(\alpha - A_0)\,dA \\ &\quad + \frac{1}{\rho}u + dp\,(\cos\varepsilon\cos\delta + \sin\varepsilon\sin\alpha\sin\delta) \\ \Delta s \cos\varphi &= \frac{q}{\rho}\sin\Delta_0 \cos\psi_0 - \frac{q}{\rho}[\sin\delta\sin D_0 \cos(\alpha - A_0) + \cos\delta\cos D_0]\,dD \\ &\quad + \frac{q}{\rho}\sin\delta\cos D_0 \sin(\alpha - A_0)\,dA + \frac{1}{\rho}v + dp\sin\varepsilon\cos\alpha.\end{aligned}$$

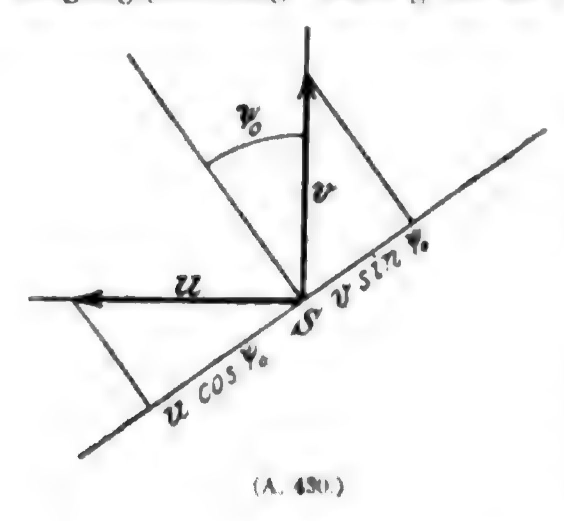
Machen wir nun wieder die Annahme, dass die *motus peculiares* wie zufällige Fehler wirken, so liefert uns die Combination beider Gleichungen unter Anwendung der Ausdrücke für $\sin\Delta_0 \sin\psi_0$, bezw. $\sin\Delta_0 \cos\psi_0$ die neue Gleichung

$$\begin{aligned}\rho\Delta s \sin(\varphi - \psi_0) &= q\frac{1}{\sin\Delta_0}\cos\delta\sin(\alpha - A_0)\,dD \\ &\quad + q\frac{1}{\sin\Delta_0}\cos D_0[\sin D_0 \cos\delta\cos(\alpha - A_0) - \cos D_0 \sin\delta]\,dA \\ &\quad + \rho\,dp\,[\cos\varepsilon\cos\delta\cos\psi_0 + \sin\varepsilon(\sin\alpha\sin\delta\cos\psi_0 - \cos\alpha\sin\psi_0)].\end{aligned}$$

Die Annahme, dass die *motus peculiares* wie zufällige Fehler wirken, kommt aber auf dasselbe hinaus, als wenn wir die Eigenbewegungen nur als parallaktische Wirkung der Sonnenbewegung auffassen; wir können also die Gleichung (1) anwenden und erhalten so

$$\begin{aligned}\sin\Delta_0 \sin(\varphi - \psi_0) &= \frac{1}{\sin\Delta_0}\cos\delta\sin(\alpha - A_0)\,dD \\ &\quad + \frac{1}{\sin\Delta_0}[\sin D_0 \cos\delta\cos(\alpha - A_0) - \cos D_0 \sin\delta]\cos D_0\,dA \\ &\quad + \frac{\rho}{q}\,dp\,[\cos\varepsilon\cos\delta\cos\psi_0 + \sin\varepsilon(\sin\alpha\sin\delta\cos\psi_0 - \cos\alpha\sin\psi_0)] \\ &\quad + \{u\cos\psi_0 - v\sin\psi_0\}\frac{1}{q}\,.\end{aligned} \tag{9}$$

Dieses ist die der ARGELANDER'schen Methode zu Grunde liegende Bedingungsgleichung. Aus Fig. 430 ist ersichtlich, dass der Ausdruck $u\cos\psi_0 - v\sin\psi_0$ darstellt die Projection des *motus peculiaris* des Sternes auf einen grössten Kreis, welcher senkrecht steht zu dem vom Sternort nach dem Antiapex gezogenen grössten Kreise. Denken wir uns also den *motus peculiaris* des Sternes zerlegt in zwei Componenten, deren eine gerichtet ist nach dem Antiapex, während die andere zu dieser Richtung senkrecht steht, so macht die Gleichung (9) die Summe der Quadrate dieser zweiten Componente zu einem Minimum. Weil nun auf der linken Seite $\sin(\varphi - \psi_0) = a$ wird für zwei sich zu 180° ergänzende Werthe,



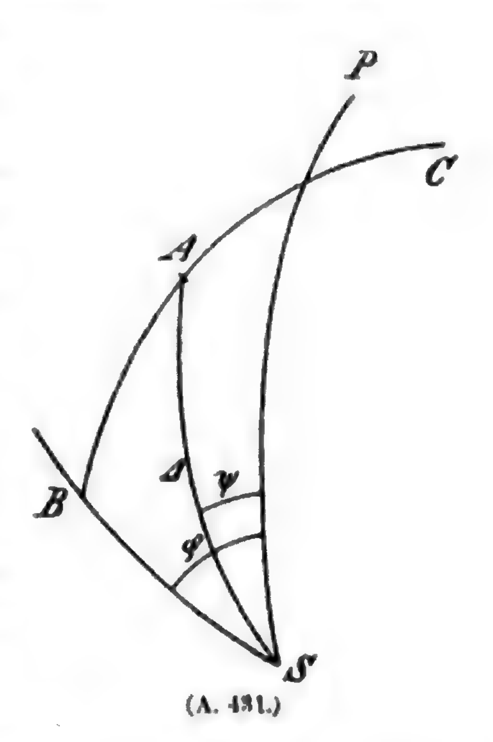
(A. 430.)

ist eine doppelte Lösung möglich. ARGELANDER lässt nur die erste Lösung zu, er fordert also, dass $\varphi - \psi_0$ möglichst klein werde. Um dieses auszudrücken,

setzen wir für $\sin(\varphi - \psi_0)$ ein $(\varphi - \psi_0)\sin 1''$. Lassen wir gleichzeitig auch dA, dD und dp Bogensecunden bedeuten, so wird

$$(\varphi - \psi_0)\sin\Delta_0 = \frac{1}{\sin\Delta_0}\cos\delta\sin(\alpha - A_0)\,dD$$
$$+ \frac{1}{\sin\Delta_0}[\sin D_0\cos\delta\cos(\alpha - A_0) - \cos D_0\sin\delta]\cos D_0 dA \quad (10)$$
$$+ \frac{\rho}{q}dp[\cos\varepsilon\cos\delta\cos\psi_0 + \sin\varepsilon(\sin\alpha\sin\delta\cos\psi_0 - \cos\alpha\sin\psi_0)].$$

In dieser Form ist die Gleichung von Argelander angewandt, nur die Correctionen der Præcessionsconstante führte er nicht ein.



(A. 431.)

Sei in Fig. 431 S der Ort des Sternes, P der Pol des Aequators, A der Antiapex; legen wir durch den Punkt A einen grössten Kreis AB, welcher in B die Richtung der Eigenbewegung des Sternes senkrecht trifft, so ist, weil $SA = \Delta_0$, $\sphericalangle ASB = \varphi - \psi_0$ ist,

$$\sin AB = \sin\Delta_0\sin(\varphi - \psi_0).$$

Ist aber C der Pol des grössten Kreises SB, so ist auch $\sin AB = \cos AC$. Dies führt uns zu einer einfachen geometrischen Deutung der Gleichung (9). Denn führen wir an Stelle der Näherungswerthe A_0, D_0, der Coordinaten des Apex, die strengen Werthe A, D wieder ein, lassen also dA, dD verschwinden und nennen $AC = Q$, so erhalten wir die Bedingungsgleichung

$$\cos Q = \frac{\rho}{q}dp[\cos\varepsilon\cos\delta\cos\psi + \sin\varepsilon(\sin\alpha\sin\delta\cos\psi - \cos\alpha\sin\psi)] + \frac{u}{q}\cos\psi - \frac{v}{q}\sin\psi. \quad (11)$$

Q ist aber der Abstand des Poles der Eigenbewegung des Sternes vom Antiapex. Nach der Gleichung (11) sollen wir A, D so bestimmen, dass $\Sigma\cos^2 Q$ ein Minimum werde, d. h., dass die Winkel Q möglichst nahe $= 90°$ oder $= 270°$ werden. Der Antiapex A muss also der Pol eines grössten Kreises werden, um welchen die Pole der Eigenbewegung der Sterne gruppirt sind und welchem sie gleichzeitig möglichst nahe liegen. Tragen wir also die Pole der Eigenbewegung auf einen Globus oder in geeignete Karten ein, so muss sich der Apex der Sonnenbewegung dadurch zu erkennen geben, dass die Pole sich um einen grössten Kreis der Kugel zusammendrängen. Der eine Pol dieses Kreises ist der Apex. Wegen der Zweideutigkeit der Lösung, $Q = 90°$ oder $= 270°$, sind wir aber nicht im Stande Apex und Antiapex zu unterscheiden. Die Bedingung dieser Lösung hinsichtlich der *motus peculiares* ist demnach die: Es wird die Summe der Quadrate der auf der Richtung zum Antiapex senkrechten Componenten der Eigenbewegungen zu einem Minimum gemacht, ohne Rücksicht auf die Richtung der anderen auf den Apex oder Antiapex zielenden Componente.

Diese Methode ist auf Bessel zurückzuführen, der sie in den »Fundamenta astronomiae« zuerst auf 71 Sterne anzuwenden versuchte, ohne indess zu einem befriedigenden Resultate zu kommen. Der Unterzeichnete hat von dieser Me-

thode, die grosse Vorzüge vor den übrigen dadurch zu haben scheint, dass sie über die Zulässigkeit der gemachten Hypothesen ein übersichtliches Bild giebt, in neuerer Zeit ausgedehntere Anwendung gemacht[1]).

Die Coordinaten a, d des Poles der Eigenbewegung ergeben sich vermittelst der Grösse Δs und des Positionswinkels φ der beobachteten Eigenbewegung aus dem sphärischen Dreieck Sternort — Pol der Eigenbewegung — Pol des Aequators, dessen Seite Sternort — Pol der Eigenbewegung $= 90°$ ist, durch die Formeln:

$$\begin{gathered} \Delta s \sin\varphi = \Delta\alpha \cos\delta \qquad \Delta s \cos\varphi = \Delta\delta \\ \sin d = \cos\delta \sin\varphi \\ \cos d \sin(a - \alpha) = -\cos\varphi \\ \cos d \cos(a - \alpha) = -\sin\delta \sin\varphi. \end{gathered} \tag{12}$$

Nennen wir nun x, y, z die rechtwinkligen Coordinaten des Poles der Eigenbewegung ξ, η, ζ diejenigen des Antiapex, so dass

$$\begin{aligned} x &= \cos d \cos a & \xi &= \cos D \cos A \\ y &= \cos d \sin a & \eta &= \cos D \sin A \\ z &= \sin d & \zeta &= \sin D \end{aligned}$$

ist, so wird

$$\cos Q = x\xi + y\eta + z\zeta$$

und die Bedingung $\Sigma \cos^2 Q =$ Minimum, führt durch Differentiation auf die Gleichung

$$\frac{d\Sigma\,(x\xi + y\eta + z\zeta)^2}{d\,(\xi,\ \eta,\ \zeta)} = 0.$$

Gleichzeitig haben die zu suchenden Werthe ξ, η, ζ der Gleichung

$$\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 1$$

zu genügen. Durch Ausführung der Differentiation erhalten wir aus der ersten Gleichung, indem wir durch Einschliessen in eckige Klammern die Summation bezeichnen:

$$\begin{aligned} &\{[xx]\,\xi + [xy]\,\eta + [xz]\,\zeta\}\,d\xi \\ + &\{[yx]\,\xi + [yy]\,\eta + [yz]\,\zeta\}\,d\eta \\ + &\{[zx]\,\xi + [zy]\,\eta + [zz]\,\zeta\}\,d\zeta = 0. \end{aligned}$$

Da aber nach der zweiten Gleichung auch $\xi d\xi + \eta d\eta + \zeta d\zeta = 0$ sein muss, haben wir die Bedingung

$$\frac{1}{\xi}\{[xx]\,\xi + [xy]\,\eta + [xz]\,\zeta\} = \frac{1}{\eta}\{[yx]\xi + [yy]\eta + [yz]\zeta\} = \frac{1}{\zeta}\{[zx]\xi + [zy]\eta + [zz]\zeta\},$$

also

$$\begin{aligned} [xx] + [xy]\,tang\,A + [xz]\,tang\,D \sec A &= [yx]\,cotang\,A + [yy] + [yz]\,tang\,D\,cosec\,A \\ &= [zx]\,cotang\,D \cos A + [zy]\,cotang\,D \sin A + [zz]. \end{aligned}$$

Wählen wir $tang\,A$ und $tang\,\pi = cotang\,D \sin A$ als Unbekannte, subtrahiren den mittleren Ausdruck von den beiden äusseren und benutzen die Relation

$$2\,cotang\,2a = cotang\,a - tang\,a,$$

so ergeben sich die Gleichungen

---

[1]) Kobold, »Untersuchung der Eigenbewegungen des Auwers-Bradley Catalogs nach der Bessel'schen Methode.« Nova Acta der Kais. Leop. Carol. Acad. LXIV.

$$\begin{aligned} -2[xy]\,cotang\,2A + [xz]\,cotang\,\pi\,tang\,A - [yz]\,cotang\,\pi + [xx] - [yy] &= 0 \\ -2[zy]\,cotang\,2\pi + [xz]\,tang\,\pi\,cotang\,A - [yx]\,cotang\,A + [zz] - [yy] &= 0. \end{aligned} \tag{13}$$

Diese Gleichungen können wir zur Bestimmung von A und π in folgender Weise anwenden. Von einem beliebig angenommenen Werthe von A ausgehend, berechnen wir nach der ersten Gleichung

$$cotang\,\pi = \frac{2[xy]\,cotang\,2A - [xx] + [yy]}{[xz]\,tang\,A - [yz]},$$

setzen diesen Werth in die zweite Gleichung ein und ändern nun durch Versuche den Ausgangswerth von A derart, dass der in der zweiten Gleichung übrig bleibende Fehler verschwindet. Kann man der Aufzeichnung der Pole der Eigenbewegung einen Näherungswerth für A entnehmen, so wird man sehr schnell zu den richtigen Werthen von A und π und damit von A und D geführt werden. Aber auch ohne diese Erleichterung wird man von runden Werthen von $tang\,A_{\bullet}$ ausgehend nach ein paar Versuchen einen Näherungswerth von A erkennen, mit dem man dann dem wahren Werthe schnell sich nähert.

Eine unmittelbare Anwendung der Gleichungen (2), die allen bisher besprochenen Methoden zu Grunde liegen, lässt sich machen für diejenigen Sterne, für welche uns die Bewegungen in Rectascension und Declination sowohl als auch im Visionsradius und ausserdem die Entfernung d. i. die Parallaxe π bekannt ist. Sehen wir in den Gleichungen (2) ab von der Correction der Präcessionsconstante, nehmen ferner die Eigenbewegungen $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ an ausgedrückt in Bogensecunden und führen nun $\rho = \frac{1}{sin\,\pi}$ ein, indem wir den Erdbahnhalbmesser als lineare Einheit betrachten, so haben wir

$$\begin{aligned} q\cos D\cos A &= \cos\delta\sin\alpha\frac{\Delta\alpha}{\pi} + \sin\delta\cos\alpha\frac{\Delta\delta}{\pi} - \cos\delta\cos\alpha\,d\rho + dx \\ q\cos D\sin A &= -\cos\delta\cos\alpha\frac{\Delta\alpha}{\pi} + \sin\delta\sin\alpha\frac{\Delta\delta}{\pi} - \cos\delta\sin\alpha\,d\rho + dy \\ q\sin D &= -\cos\delta\frac{\Delta\delta}{\pi} - \sin\delta\,d\rho + dz. \end{aligned}$$

Die von VOGEL bestimmten Bewegungen im Visionsradius sind ausgedrückt in geogr. Meilen als Längeneinheit und gelten für den Zeitraum einer Zeitsecunde. Wollen wir für q dieselben Einheiten beibehalten, so haben wir in den $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ enthaltenden Gliedern, weil $\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ dem allgemeinen Gebrauche gemäss die jährlichen Eigenbewegungen bezeichnen und der Erdbahnhalbmesser = 20008690 geogr. Meilen die lineare Einheit ist, den Faktor

$$k = \frac{20008690}{365{\cdot}256 \times 24 \times 60 \times 60} = 0{\cdot}634$$

hinzuzufügen. Setzen wir noch

$$\begin{aligned} v\sin V &= k\frac{\Delta\delta}{\pi} & \qquad w\sin W &= k\frac{\Delta\alpha}{\pi}\cos\delta \\ v\cos V &= d\rho & \qquad w\cos W &= v\cos(\delta + V), \end{aligned}$$

so werden unsere Gleichungen

$$\begin{aligned} q\cos D\cos A &= -w\cos(\alpha + W) + dx \\ q\cos D\sin A &= -w\sin(\alpha + W) + dy \\ q\sin D &= -v\sin(\delta + V) + dz. \end{aligned}$$

Setzen wir in diesen Gleichungen $q = 0$, das heisst betrachten wir die Sonne als ruhend, so ergeben sie uns die Coordinaten des Zielpunktes und die Geschwindigkeit der relativen Bewegung des Sternes, nämlich

$$A^* = \alpha + W \qquad tang\, D^* = \frac{v}{w} \sin(\delta + V) \qquad q^* = w \sec D^*.$$

Sollen dagegen die Gleichungen zur Bestimmung der Sonnenbewegung dienen, so ist wieder eine Hypothese über die *motus peculiares* nöthig. Behandeln wir dieselben wieder als zufällige Fehler und führen die Coordinaten A', D' des Antiapex ein, so wird einfach bei n Sternen

$$\begin{aligned} q \cos D' \cos A' &= \frac{1}{n} \Sigma\, w \cos(\alpha + W) \\ q \cos D' \sin A' &= \frac{1}{n} \Sigma w \sin(\alpha + W) \\ q \sin D' &= \frac{1}{n} \Sigma v \sin(\delta + v)\,, \end{aligned} \tag{14}$$

und diese Ausdrücke bestimmen die Sonnenbewegung gegenüber dem als verschwindend angenommenen Mittel der Bewegungen der n Sterne. Diese Gleichungen sind vom Unterzeichneten in der vorhin erwähnten Abhandlung gleichfalls gegeben und angewandt. Von den dort angeführten Zahlen mögen zu einem Versuch der Anwendung der Formeln (14) die folgenden hier Platz finden. Es bedeutet $\xi = dx - dX = -q \cos D' \cos A'$, $\eta = dy - dY = -q \cos D' \sin A'$, $\zeta = dz - dZ = -q \sin D'$.

	ξ (M)	η (M)	ζ (M)
β Persei	+ 0·00	— 0·34	— 0·03
α Tauri	+ 2·35	+ 6·15	+ 0·68
α Aurigae	+ 0·53	+ 4·34	+ 0·39
α Orionis	— 0·20	+ 2·21	+ 0·99
α Canis maj.	+ 1·30	— 2·40	— 1·34
α Canis min.	+ 1·61	— 0·43	— 2·04
β Geminorum	+ 6·34	+ 3·18	— 0·41
α Leonis	+ 2·00	+ 1·04	— 0·14
α Bootis	— 45·9	+ 24·4	— 74·5
α Lyrae	+ 1·01	+ 3·07	+ 0·29
α Aquilae	— 0·78	+ 5·28	+ 0·40.

Schliessen wir von diesen 11 Sternen α Bootis aus, der trotz sehr kleiner Parallaxe eine sehr grosse Bewegung zeigt und vielleicht überhaupt nicht zu den Sternen unseres Sternhaufens gehört, so ergeben die übrigen zum Mittel vereinigt

$$\begin{aligned} q \cos D \cos A &= -\overset{M}{1{\cdot}236} \\ q \cos D \sin A &= -2{\cdot}210 \\ q \sin D &= +0{\cdot}121 \end{aligned}$$

und daraus

$$A = 240^\circ{\cdot}1 \qquad D = +3^\circ{\cdot}7 \qquad q = \overset{M}{2{\cdot}53}.$$

Leider ist es zur Zeit nicht möglich, zu dieser Rechnung weitere Sterne hinzuzuziehen, namentlich wegen Mangels an sicher bestimmten Parallaxen.

Die bisher besprochenen Methoden sind diejenigen, die von der Annahme ausgehen, dass die *motus peculiares* den Charakter zufälliger Fehler haben. Bevor wir uns einer anderen Annahme zuwenden, empfiehlt es sich, auf die Resultate dieser Methoden etwas näher einzugehen. Wenn wir den rechtwinkligen Componenten dx, dy, dz des *motus peculiaris* den angegebenen Charakter beilegen, also annehmen, dass der wahrscheinliche Betrag jeder dieser Grössen gleich ist, so gilt dasselbe auch für die Bewegungen u, v, w, da ja nach den Gleichungen auf pag. 96 gleichen Werthen von dx, dy, dz auch ein und derselbe Werth von u, v, w entspricht. Dieselbe Eigenschaft ist dann aber auch der Verbindung $u \cos\psi - v \sin\psi$ beizulegen, und es muss also auf dasselbe hinauskommen, ob wir Σuu bezw. Σvv oder ob wir $\Sigma(u \cos\psi - v \sin\psi)^2$ zum Minimum machen. Dieselben Werthe der Coordinaten A, D, die die beste Fehlervertheilung bei der Airy'schen Gleichung bewirken, werden auch der Argelander'schen Gleichung Genüge leisten müssen. Sie würden auch der Gleichung (11) entsprechen, wenn wir Q eindeutig annehmen, also zwischen 0° und 360° variiren lassen würden. Wenn wir aber Q nur zwischen den Grenzen 0° und 180° annehmen, so ist es nicht mehr nothwendig, dass wir zu den gleichen Werthen A, D geführt werden. In der That führen die Airy'sche oder die Argelander'sche Methode auf einen Zielpunkt, dessen Coordinaten wir nach L. Struve etwa annehmen können wie folgt:

$$A = 266^\circ\!\cdot\!7 \qquad D = +\,31^\circ\!\cdot\!0.$$

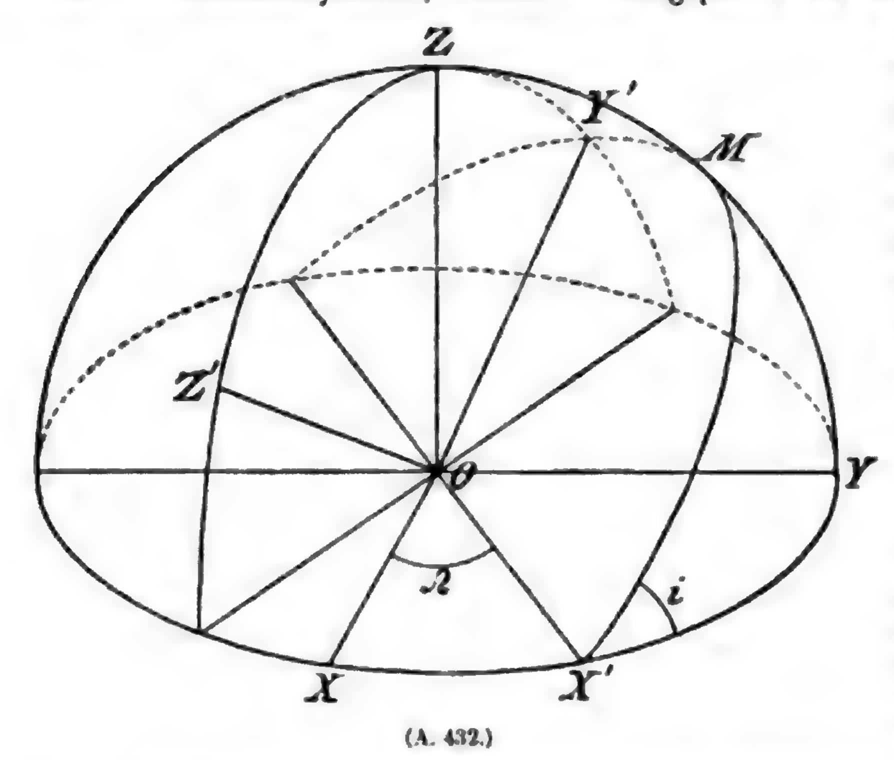
Die andere Methode (Bessel-Kobold) führt dagegen auf den Punkt

$$A = 269^\circ\!\cdot\!3 \qquad D = -\,0^\circ\!\cdot\!1.$$

Das Resultat der als letzte behandelten Methode lässt sich nur mit diesem zweiten Resultate vereinigen. Es muss aber eingestanden werden, dass die Zahl der zu verwendenden Sterne noch so gering ist, dass auf diese Uebereinstimmung kein allzu grosses Gewicht gelegt werden darf, nur scheint eine Bestätigung des Argelander-Airy'schen Werthes nach dieser Methode sehr unwahrscheinlich. Die Behandlung der Bewegungen im Visionsradius endlich hat, wie schon früher erwähnt, zu einem völlig abweichenden Werthe geführt. Es ist noch hervorzuheben, dass man bei der Airy'schen und auch der Argelander'schen Methode, wenn man die Sterne nach der Helligkeit oder auch nach der Grösse der Eigenbewegung in verschiedene Klassen trennt, also die verschiedenen mittleren Werthen des ρ entsprechenden Positionen des Apex sucht, auf verschiedene Punkte geführt wird. Es bleibt die Rectascension nahe dieselbe, während die Declination des Apex wächst mit der mittleren Entfernung der Sterne. In dieser Beziehung verweise ich auf Astr. Nachr. 3287 und auf Stumpe: »Beiträge zur Bestimmung des Sonnenapex«. Astr. Nachr. 3348.

Der Versuch, die *motus peculiares* der Sterne nicht als zufällige zu behandeln, sondern als einem bestimmten Gesetz unterworfen, ist zuerst von Schoenfeld (Vierteljahrsschrift der Astr. Gesellschaft, Bd. 17) unternommen. Ein solcher Versuch muss nothwendiger Weise von der Annahme eines Zusammenhanges zwischen der Milchstrasse und den Bewegungen der Sterne ausgehen, da die grosse Bedeutung dieser Ebene für das Sternsystem wohl ausser Frage steht. Die Schoenfeld'sche Hypothese, der man bisher stets gefolgt ist, ist die, dass die Bewegung der Sterne erfolge in Ebenen parallel zur Ebene der Milchstrasse und zwar mit gleicher Winkelgeschwindigkiet für alle Sterne. Schoenfeld fasst also die Bewegung auf als eine Umdrehung des ganzen Sternsystems um eine zur Ebene der Milchstrasse senkrechte und durch den Mittelpunkt derselben

gehende Axe. Es seien r, l, b Entfernung, Länge und Breite eines Sternes in einem Coordinatensysteme, dessen Anfangspunkt im Mittelpunkte der Milchstrasse liegt und dessen Grundebene mit der Ebene der Milchstrasse zusammenfällt. Dann sind die der angenommenen Rotation entsprechenden Bedingungen



(A. 432.)

$$dr = 0$$
$$dl = const.$$
$$db = 0.$$

Es handelt sich nun zunächst darum, die Beziehungen zwischen den galaktocentrischen Coordinaten und den gewöhnlichen der Rectascension und Declination zu finden. Es sei in Fig. 432 O der Mittelpunkt der Milchstrasse, OX, OY, OZ seien die Axen im ursprünglichen Systeme der Rectascension und Declination zielend auf die Punkte $\alpha = 0°$, $\delta = 0°$ bezw. $\alpha = 90°$, $\delta = 0°$, bezw. $\delta = 90°$. Die Coordinaten in diesem Systeme seien x, y, z. $OX'M$ sei die Ebene der Milchstrasse, die mit der Ebene des Aequators den Winkel i bildet. Wir wählen OX' als x-Axe des neuen Systems, dessen Axen also gerichtet sind auf die Punkte $\alpha = \Omega$, $\delta = 0°$ bezw. $\alpha = 90° + \Omega$, $\delta = i$ bezw. $\alpha = 270° + \Omega$, $\delta = 90° - i$. Zur Transformation der alten Coordinaten haben wir dann die Ausdrücke

$$x = x' \cos\Omega - y' \sin\Omega \cos i + z' \sin\Omega \sin i$$
$$y = x' \sin\Omega + y' \cos\Omega \cos i - z' \cos\Omega \sin i$$
$$z = y' \sin i + z' \cos i.$$

Seien jetzt $\alpha_\odot$, $\delta_\odot$, $r_\odot$ galaktocentrische Rectascension, Declination und Entfernung der Sonne, dagegen α, δ, ρ die heliocentrische Rectascension, Declination und Entfernung des Sternes, so ist:

$$x = r_\odot \cos\delta_\odot \cos\alpha_\odot + \rho \cos\delta \cos\alpha$$
$$y = r_\odot \cos\delta_\odot \sin\alpha_\odot + \rho \cos\delta \sin\alpha$$
$$z = r_\odot \sin\delta_\odot + \rho \sin\delta.$$

Wenn wir dann noch für x', y', z' die Ausdrücke durch Länge und Breite und Entfernung des Sternes einführen, haben wir

$$\rho\cos\delta\cos\alpha = r(\cos l\cos b\cos\Omega - \sin l\cos b\sin\Omega\cos i + \sin b\sin\Omega\sin i) - r_\odot\cos\delta_\odot\cos\alpha_\odot$$
$$\rho\cos\delta\sin\alpha = r(\cos l\cos b\sin\Omega + \sin l\cos b\cos\Omega\cos i - \sin b\cos\Omega\sin i) - r_\odot\cos\delta_\odot\sin\alpha_\odot$$
$$\rho\sin\delta = r(\sin l\cos b\sin i + \sin b\cos i) - r_\odot\sin\delta_\odot.$$

Diese Gleichungen sind jetzt zu differentiiren; dabei sind die für dr, dl, db gemachten Annahmen zu berücksichtigen und die Coordinaten A, D des Apex und die Grösse der Sonnenbewegung q wie früher einzuführen. Es wird

$$-\rho\cos\delta\sin\alpha\,d\alpha - \rho\sin\delta\cos\alpha\,d\delta + \cos\delta\cos\alpha\,d\rho$$
$$= r\,(-\sin l\cos\Omega - \cos l\sin\Omega\cos i)\cos b\,dl - q\cos A\cos D$$
$$\rho\cos\delta\cos\alpha\,d\alpha - \rho\sin\delta\sin\alpha\,d\delta + \cos\delta\sin\alpha\,d\rho$$
$$= r\,(-\sin l\sin\Omega + \cos l\cos\Omega\cos i)\cos b\,dl - q\sin A\cos D$$
$$\rho\cos\delta\,d\delta + \sin\delta\,d\rho = r\cos l\sin i\cos b\,dl - q\sin D.$$

Aus diesen Gleichungen erhalten wir durch Elimination die Ausdrücke

$$\rho\cos\delta\,d\alpha = r\,[\sin l\sin(\alpha-\Omega) + \cos l\cos i\cos(\alpha-\Omega)]\cos b\,dl - q\cos D\sin(A-\alpha)$$
$$\rho\,d\delta = r\,[\sin l\sin\delta\cos(\alpha-\Omega) - \cos l\cos i\sin\delta\sin(\alpha-\Omega) +$$
$$+ \cos l\sin i\cos\delta]\cos b\,dl + q\cos D\sin\delta\cos(A-\alpha) - q\sin D\cos\delta$$
$$d\rho = r\,[-\sin l\cos\delta\cos(\alpha-\Omega) + \cos l\cos i\cos\delta\sin(\alpha-\Omega) +$$
$$+ \cos l\sin i\sin\delta]\cos b\,dl - q\cos D\cos\delta\cos(A-\alpha) - q\sin D\sin\delta.$$

Es sind nun noch in den Coëfficienten von dl die Coordinaten l und b zu ersetzen durch α und δ. Da nach Fig. 432 ist

$$x' = x\cos\Omega + y\sin\Omega = \rho\cos\delta\cos(\alpha-\Omega)$$
$$y' = -x\sin\Omega\cos i + y\cos\Omega\cos i + z\sin i = \rho\cos\delta\cos i\sin(\alpha-\Omega) + \rho\sin\delta\sin i$$

können wir auch schreiben:

$$r\cos b\cos l = \rho\cos\delta\cos(\alpha-\Omega) + r_\odot\cos\delta_\odot\cos(\alpha_\odot-\Omega)$$
$$r\cos b\sin l = \rho[\cos\delta\sin(\alpha-\Omega)\cos i + \sin\delta\sin i] + r_\odot[\cos\delta_\odot\sin(\alpha_\odot-\Omega)\cos i + \sin\delta_\odot\sin i]$$

und durch Einführung dieser Ausdrücke erhalten wir nun die vollständig entwickelten Gleichungen:

$$\cos\delta\,d\alpha = [\cos\delta\cos i + \sin\delta\sin i\sin(\alpha-\Omega)]\,dl$$
$$+ \frac{r_\odot}{\rho}[\cos\delta_\odot\cos i\cos(\alpha_\odot-\alpha) + \sin\delta_\odot\sin i\sin(\alpha-\Omega)]\,dl$$
$$- \frac{q}{\rho}\cos D\sin(A-\alpha)$$
$$d\delta = \sin i\cos(\alpha-\Omega)\,dl$$
$$+ \frac{r_\odot}{\rho}\left\{\cos i\sin\delta\cos\delta_\odot\sin(\alpha_\odot-\alpha) + \sin i\begin{bmatrix}\sin\delta\sin\delta_\odot\cos(\alpha-\Omega)\\ +\cos\delta\cos\delta_\odot\cos(\alpha_\odot-\Omega)\end{bmatrix}\right\}dl$$
$$+ \frac{q}{\rho}\cos D\sin\delta\cos(A-\alpha) - \frac{q}{\rho}\sin D\cos\delta$$
$$d\rho = r_\odot\left\{-\cos i\cos\delta\cos\delta_\odot\sin(\alpha_\odot-\alpha) - \sin i\begin{bmatrix}\cos\delta\sin\delta_\odot\cos(\alpha-\Omega)\\ -\sin\delta\cos\delta_\odot\cos(\alpha_\odot-\Omega)\end{bmatrix}\right\}dl$$
$$- q\cos D\cos\delta\cos(A-\alpha) - q\sin D\sin\delta.$$

Es ist jetzt noch die Correction der Präcessionsconstante aufzunehmen, also links $dm\cos\delta + dn\sin\alpha\sin\delta$ bezw. $dn\cos\alpha$ hinzuzufügen. Die durch die Gleichung zu bestimmenden Unbekannten sind dann dm, dn, i, Ω, $\alpha_\odot$, $\delta_\odot$, $r_\odot$, dl, A, D, q, also 11, oder wenn wir wieder $dm = dp\cos\varepsilon$, $dn = dp\sin\varepsilon$ einführen, 10. Diese Unbekannten treten aber theilweise in untrennbare Verbindungen wegen der Gleichheit ihrer Coëfficienten. Ordnen wir die Gleichungen mit Rücksicht hierauf, so erhalten sie die folgende für die Anwendung maassgebende Gestalt:

$$\cos\delta\Delta\alpha = (dp\cos\varepsilon + \cos i\,dl)\cos\delta + (dp\sin\varepsilon + \sin i\cos\Omega\,dl)\sin\alpha\sin\delta$$
$$-(\sin i\sin\Omega\,dl)\cos\alpha\sin\delta$$
$$+\left[-\frac{q}{\rho}\cos D\sin A + \frac{r_\odot}{\rho}(\cos i\cos\delta_\odot\cos\alpha_\odot - \sin i\sin\delta_\odot\sin\Omega)\,dl\right]\cos\alpha$$
$$+\left[\frac{q}{\rho}\cos D\cos A + \frac{r_\odot}{\rho}(\cos i\cos\delta_\odot\sin\alpha_\odot + \sin i\sin\delta_\odot\cos\Omega)\,dl\right]\sin\alpha$$
$$\Delta\delta = [dp\sin\varepsilon + \sin i\cos\Omega\,dl]\cos\alpha + [\sin i\sin\Omega\,dl]\sin\alpha$$
$$+\left[-\frac{q}{\rho}\sin D + \frac{r_\odot}{\rho}\sin i\cos(\alpha_\odot - \Omega)\cos\delta_\odot\,dl\right]\cos\delta$$
$$+\left[\frac{q}{\rho}\cos D\cos A + \frac{r_\odot}{\rho}(\cos i\cos\delta_\odot\sin\alpha_\odot + \sin i\sin\delta_\odot\cos\Omega)\,dl\right]\sin\delta\cos\alpha$$
$$+\left[\frac{q}{\rho}\cos D\sin A - \frac{r_\odot}{\rho}(\cos i\cos\delta_\odot\cos\alpha_\odot - \sin i\sin\delta_\odot\sin\Omega)\,dl\right]\sin\delta\sin\alpha$$
$$d\rho = -[q\cos D\cos A + r_\odot(\cos i\cos\delta_\odot\sin\alpha_\odot + \sin i\sin\delta_\odot\cos\Omega)\,dl]\cos\delta\cos\alpha$$
$$-[q\cos D\sin A - r_\odot(\cos i\cos\delta_\odot\cos\alpha_\odot - \sin i\sin\delta_\odot\sin\Omega)\,dl]\cos\delta\sin\alpha$$
$$-[q\sin D - r_\odot\sin i\cos\delta_\odot\cos(\alpha_\odot - \Omega)\,dl]\sin\delta.$$

Die Anzahl der Unbekannten reducirt sich hiernach auf 6 nämlich:

$$f = dp\cos\varepsilon + \cos i\,dl$$
$$g = dp\sin\varepsilon + \sin i\cos\Omega\,dl$$
$$h = \sin i\sin\Omega\,dl$$
$$F = \frac{q}{\rho}\cos D\cos A + \frac{r_\odot}{\rho}(\cos i\cos\delta_\odot\sin\alpha_\odot + \sin i\sin\delta_\odot\cos\Omega)\,dl$$
$$G = \frac{q}{\rho}\cos D\sin A - \frac{r_\odot}{\rho}(\cos i\cos\delta_\odot\cos\alpha_\odot - \sin i\sin\delta_\odot\sin\Omega)\,dl$$
$$H = \frac{q}{\rho}\sin D - \frac{r_\odot}{\rho}\sin i\cos\delta_\odot\cos(\alpha_\odot - \Omega)\,dl.$$

Nach Einführung dieser Bezeichnungen lauten die 3 Gleichungen:

$$\cos\delta\,\Delta\alpha = f\cos\delta + g\sin\alpha\sin\delta - h\cos\alpha\sin\delta + F\sin\alpha - G\cos\alpha$$
$$\Delta\delta = g\cos\alpha + h\sin\alpha - H\cos\delta + F\sin\delta\cos\alpha + G\sin\delta\sin\alpha$$
$$-\frac{1}{\rho}\,d\rho = F\cos\delta\cos\alpha + G\cos\delta\sin\alpha + H\sin\delta.$$

Wir können also aus den beobachteten Bewegungen in jeder Coordinate nur 5 Unbekannte bestimmen; man wählt als solche die Grössen dp, dl, q, A, D und muss dann die Werthe i, Ω, $r_\odot$, $\alpha_\odot$, $\delta_\odot$ auf anderem Wege ermitteln. Nimmt man die Ebene der Rotation als zusammenfallend mit der Ebene der sichtbaren Milchstrasse an, so sind dadurch i und Ω bestimmt; die drei anderen Grössen hat man aus Untersuchungen über die Vertheilung der Sterne abzuleiten. Ausserdem hat man auch über ρ eine Hypothese zu machen. Man ist in der Regel so vorgegangen, dass man die Sterne ordnete in mehrere Klassen nach der Grösse ihrer Eigenbewegung oder nach ihrer Helligkeit, die Entfernung innerhalb dieser Klassen als gleich ansah und nun die Gleichungen für die einzelnen Klassen auflöste. Die sich ergebenden Werthe f, g, h führen dann zur Kenntniss von dp und dl. Die erlangten Werthe von dl zeigen nun bei verschiedenen Bearbeitungen sehr verschiedene Werthe. So fand, bezogen auf das Jahr als Zeiteinheit

BOLTE aus 1031 Sternen der Cataloge von LALANDE und SCHJELLERUP	$dl = -0''\cdot0050$
RANCKEN aus den A. R. von Sternen in der Nähe der Milchstrasse	$+0\cdot0546$
„ „ „ Decl. „ „ „ „ „ „ „	$+0\cdot0238$
L. STRUVE aus 2509 BRADLEY'schen Sternen	$-0\cdot0041$
RISTENPART aus 454 Sternen der Zone $+20° - +25°$	$-0\cdot0128$
STUMPE aus 139 Sternen schwächer als $7^m\cdot6$ } mit einer jährlichen E. B. $0''\cdot16 \ldots 0''\cdot32$	$dl = +0\cdot0319$
„ 265 „ $5^m\cdot6 \ldots 7^m$	$+0\cdot0206$
„ 146 „ $1 \ldots 5\cdot5$	$-0\cdot0019$
„ 404 der mittl. jährl. E. B. $0''\cdot233$	$+0\cdot0238$
„ 348 „ „ „ „ $0\cdot387$	$+0\cdot0163$
„ 243 „ „ „ „ $0\cdot552$	$-0\cdot0026$

Die durchaus mangelnde Uebereinstimmung dieser Resultate hat die Bearbeiter stets veranlasst von der Einführung des dl wieder abzustehen, wodurch dann diese Methode auf die AIRY'sche zurückkommt. Ueber einen Versuch mit dem von RISTENPART in seiner sogleich anzuführenden Arbeit erlangten Resultaten über die Lage unserer Sonne gegen den Schwerpunkt des Milchstrassensystems weiterzuschreiten, vergleiche die schon citirte Arbeit von STUMPE. Als Resultat der bisherigen Versuche wäre nur die Thatsache anzusehen, dass die SCHOENFELD'sche Hypothese nicht ausreicht zur Erklärung der beobachteten *motus peculiares* der Sterne, da auch mit ihr sich für verschiedene mittlere Entfernungen von der Sonne systematisch verschiedene Werthe der Coordinaten des Sonnenapex ergeben.

Zum Schluss fügen wir eine Zusammenstellung der bisherigen auf den beobachteten Eigenbewegungen beruhenden Bestimmungen der Coordinaten des Sonnenapex und der jährlichen Bewegung der Sonne gesehen aus der mittleren Entfernung der Sterne 1. Grösse hinzu.

	A	D	q
W. HERSCHEL: On the proper motion of the sun and solar system etc. Phil. Transact. 1783	260°·6	+26°·3	—
PREVOST: Mémoire sur le mouvement progressif du centre de gravité de tout le système solaire. 1783. Mém. de l'Acad. d. Berlin 1781	230	+25	—
KLÜGEL: Trigonometrische Formeln zu der Untersuchung über die Fortrückung der Sonne und der Sterne. Berliner Jahrbuch 1789	260	+22	—
PREVOST u. MAURICE: Mémoire sur le mouvement propre de quelques étoiles de 1756 à 1797. Mém. de l'Acad. d. Berlin 1801	258	+27	—
W. HERSCHEL: On the direction and velocity of the motion of the sun and solar system. Phil. Tr. 1805. On the quantity and the velocity of the solar motion. Phil. Tr. 1806	245·9	+40·4	0''·75
GAUSS: ENCKE; GAUSS' Darstellung hinsichtlich der Ungewissheit in der Bestimmung der Richtung der Sonnenbewegung. Astr. Nachr. Bd. XXVI, pag. 348	259·2	+30·8	—
OLBERS. ERMAN, Briefwechsel zwischen OLBERS u. BESSEL Bd. II, pag. 220	269·4	+68·7	—
ARGELANDER: Ueber die eigene Bewegung des Sonnensystems. Astr. Nachr. Bd. XVI, pag. 43 . . .	259·8	+32·5	—

	A	D	t
Lundahl: Untersuchung mitgetheilt von Argelander. Astr. Nachr. Bd. XVII, pag. 209	252·4	+14·4	—
Argelander: Zusammenfassung der beiden vorigen . .	257·8	+28·8	—
O. Struve: Bestimmung der Constante der Präcession mit Berücksichtigung der eigenen Bewegung des Sonnensystems. Mém. de l'Acad. de Petersbourg. VI. Ser. T. III	261·5	+37·6	0·33
Galloway: On the proper motion of the solar system. Phil. Tr. 1847	260·0	+34·4	—
Mädler: Beobachtungen der Univ. Sternwarte zu Dorpat. Bd. XIV	261·6	+39·9	—
Airy: On the movement of the solar system in space. Mem. of the Roy. astr. Soc. XXVIII	261·5	+24·7	1·91
Dunkin: On the movement of the solar system in space. Mem. of the Roy. astr. Soc. XXXII	263·7	+25·0	0·40
de Ball: Untersuchungen über die eigene Bewegung des Sonnensystems. Bonn 1877	269·6	+23·2	—
Rancken: Ueber die Eigenbewegungen der Fixsterne. Astr. Nachr. 2482	275·8	+31·9	0·8[illegible]
Bischof: Untersuchungen über die Eigenbewegung des Sonnensystems. Bonn 1884	285·7	+48·5	—
Bischof: Untersuchungen über die Eigenbewegung des Sonnensystems. Bonn 1884	290°·8	+43°·5	2″·[illegible]
Ubaghs: Notiz von Folie über dessen Arbeit. Astr. Nachr. 2733	262·4	+26·6	0·1[illegible]
L. Struve: Bestimmung der Constante der Präcession und der eigenen Bewegung des Sonnensystems. Mém. de l'Acad. d. Petersbourg. Ser. VII, Bd. XXXV	273·3	+27·3	0·[illegible]
Stumpe: Untersuchungen über die Bewegung des Sonnensystems. Astr. Nachr. 2999—3000.			
Mittlere Eigenbewegung: 0″·23	287·4	+42·0	1[illegible]
0·43	279·7	+40·5	3[illegible]
0·85	287·9	+32·1	4[illegible]
2·39	285·2	+30·4	1[illegible]
Boss: A Determination of the solar motion. Astron. Journ. 213	283·3	+44·1	1[illegible]
Ristenpart: Untersuchungen über die Constante der Präcession und die Bewegung der Sonne im Fixsternsystem. Karlsruhe 1892	281	+39	0[illegible]
Kobold: Untersuchung der Eigenbewegungen des Auwers-Bradley-Catalogs nach der Bessel'schen Methode. Nova Acta. d. Leop.-Car.-Acad. Halle 1895 .	266·5	—3·1	
Stumpe: Beiträge zur Bestimmung des Sonnen-Apex. Astr. Nachr. 3348.			
Mittlere Eigenbewegung: 0″·233	287·4	+45·0	
0·387	282·2	+43·5	[illegible]
0·552	280·2	+33·5	

	A	D	q
KOBOLD: Nach der BESSEL-KOBOLD'schen Methode			
aus 188 südlichen Sternen. A. N. 3435	276·0	+2·9	—
aus 1554 Sternen beider Hemisphären auf gleichförmige Vertheilung reducirt	269·3	—0·1	—
aus 2262 Sternen (noch nicht publicirtes Resultat)	270·4	—0·2	0·53
aus den Gesammtbewegungen (vergl. pag. 102)	240·1	+3·7	

Für die Reduction der Werthe q auf die Einheit der Entfernung nach der mittleren Helligkeit der zu dem Resultat benutzten Sterne ist die L. STRUVE'sche Entfernungstafel (a. a. O., pag. 7) benutzt. Die beiden Angaben bei BISCHOF sind dadurch entstanden, dass er dieselben Eigenbewegungen einmal nach der ARGELANDER'schen, und dann auch nach der AIRY'schen Methode behandelt hat.

KOBOLD.

Sternbilder. Schon sehr früh, als man die Sterne zur Zeitangabe und zur Ortsbestimmung benutzte, machte sich das Bedürfniss fühlbar, Namen für dieselben einzuführen, und da es bei ihrer grossen Menge nicht möglich war, jeden einzeln unterscheidend zu benennen, doch wenigstens gewisse besonders hervortretende Gruppen als Sternbilder, Sernconstellationen zusammenzufassen. Diese alten Eintheilungen haben sich bis jetzt erhalten. Die späteren Astronomen im sechzehnten, siebzehnten und achtzehnten Jahrhundert haben dann, dem Vorbild der Alten folgend, noch leere Stellen am Himmel mit neueren Bildern angefüllt, wobei keineswegs immer mit gleichem Geschmack und Geschick verfahren wurde. Einige der neu eingeführten Sternbilder haben sich denn auch nicht lange erhalten. PTOLEMÄUS hat uns im Ganzen 48 Sternbilder überliefert, und zwar 21 am nördlichen Himmel, 12 rund um die Ekliptik, die sogen. Thierkreisbilder, 15 südlich von der Ekliptik. Hinzugefügt bezw. in neu herausgegebenen Sternkarten aufgenommen sind von TYCHO BRAHE 2 (1601), von BAYER 12 (1603), von ROYER 5 (1679), HALLEY 1 (1690), FLAMSTEED 2 (1725), HEVELIUS 11 (1690), LACAILLE 14 (1752), LE MONNIER 2 (1776), LALANDE 1 (1776), POCZOBUT 1 (1777), HELL 1 (1770), BODE 9 (1800), im Ganzen also 61, sodass man 109 Sternbilder hatte. Von diesen sind dann etwa 20 wieder ganz ausser Gebrauch gekommen, manche verändert und eins, das Ptolemäische Schiff Argo in 4 andere zertheilt worden. Bei der weiter unten gegebenen Besprechung der einzelnen Sternbilder werden diese Veränderungen Erwähnung finden. Beibehalten sind die folgenden:

a) Nördliche Sternbilder.

1) Kleiner Bär, *Ursa minor*.
2) Grosser Bär, *Ursa major*.
3) Drache, *Draco*.
4) Cepheus, *Cepheus*.
5) Cassiopea, *Cassiopea*.
6) Perseus, *Perseus*.
7) Giraffe, *Camelopardalus*.
8) Eidechse, *Lacerta*.
9) Luchs, *Lynx*.
10) Jagdhunde, *Canes venatici*.

b) Mittlere Sternbilder.

11) Andromeda, *Andromeda*.
12) Kleines Pferd, *Equuleus*.
13) Pegasus, *Pegasus*.
14) Fische, *Pisces*.
15) Dreieck, *Triangulum*.
16) Widder, *Aries*.

17) Fuhrmann, *Auriga*.
18) Stier, *Taurus*.
19) Zwillinge, *Gemini*.
20) Kleiner Hund, *Canis minor*.
21) Krebs, *Cancer*.
22) (Grosser) Löwe, *Leo (major)*.
23) Kleiner Löwe, *Leo minor*.
24) Haar der Berenice, *Coma Berenices*.
25) Bootes, *Bootes*.
26) Nördliche Krone, *Corona Borealis*.
27) Hercules, *Hercules*.
28) Leyer, *Lyra*.
29) Schwan, *Cygnus*.
30) Fuchs, *Vulpecula*.
31) Pfeil, *Sagitta*.
32) Delphin, *Delphinus*.
33) Schlange, *Serpens*.
34) Ophiuchus, *Ophiuchus*.
35) Adler, *Aquila*.
36) Einhorn, *Monoceros*.
37) Sextant, *Sextans*.
38) Jungfrau, *Virgo*.
39) Orion, *Orion*.

c) Südliche Sternbilder.

40) Octant, *Octans*.
41) Tafelberg, *Mons Mensa*.
42) Kleine Wasserschlange, *Hydrus*.
43) Chamäleon, *Chamaeleon*.
44) Paradiesvogel, *Apus*.
45) Pfau, *Pavo*.
46) Indianer, *Indus*.
47) Tucan, *Tucanus*.
48) Fliegender Fisch, *Volans*.
49) Schiffskiel, *Carina*.
50) Fliege, *Musca*.
51) Zirkel, *Circinus*.
52) Südliches Dreieck, *Triangulum Australe*.
53) Schwertfisch, *Dorado*.
54) Altar, *Ara*.
55) Pendeluhr, *Horologium*.
56) Netz, *Reticulum*.
57) Malerstaffelei *(Pluteum) Pictoris*.
58) Centaur, *Centaurus*.
59) Kreuz, *Crux*.
60) Winkelmass, *Norma*.
61) Phoenix, *Phoenix*.
62) Eridanus, *Eridanus*.
63) Fernrohr, *Telescopium*.
64) Kranich, *Grus*.
65) Segel, *Vela*.
66) Wolf, *Lupus*.
67) Schiff, *Puppis*.
68) Grabstichel, *Caelum*.
69) Scorpion, *Scorpius*.
70) Südliche Krone, *Corona Austral*
71) Schütze, *Sagittarius*.
72) Mikroscop, *Microscopium*.
73) Taube, *Columba*.
74) Bildhauer, *Sculptor*.
75) Chemischer Ofen, *Fornax*.
76) Luftpumpe, *Antlia*.
77) Südlicher Fisch, *Piscis Austrin*.
78) Schiffscompass, *Pyxis*.
79) Wasserschlange, *Hydra*.
80) Grosser Hund, *Canis major*.
81) Waage, *Libra*.
82) Steinbock, *Capricornus*.
83) Hase, *Lepus*.
84) Wassermann, *Aquarius*.
85) Walfisch, *Cetus*.
86) Becher, *Crater*.
87) Rabe, *Corvus*.
88) Sobieskisches Schild, *Scutum Sobi*

Man erkennt sofort die Ungleichartigkeit in den Namen. Die älteren, namen lich von den Griechen eingeführten, sind der Mythologie entnommen, in d Thierkreisbildern finden sich zum Theil wenigstens, symbolische Bedeutung Die neueren Bezeichnungen knüpfen an grosse Ereignisse, Erfindungen und E deckungen an. Man hat mehrfach den Versuch gemacht, einheitliche nennungen einzuführen, indessen hatten sich die früheren schon, als man di Versuche machte, so fest eingebürgert, und es waren diese Versuche ausserd so geschmacklos, dass man lieber die Ungleichartigkeit beibehielt, als dass die Ptolemai'schen Bilder verändert hätte. Eine Veränderung anderer Art w dagegen mehr und mehr in Aufnahme kommen. In früheren Zeiten waren bildlichen Darstellungen der Constellationen auf den Sternkarten und Globen.

Hauptsache, die Sterne selbst traten in den Zeichnungen zurück. Später hat man dagegen die Bilder nur angedeutet, manchmal sogar nur die Umrisse der Constellationen verzeichnet, und das ist jedenfalls für den Gebrauch das Richtige. Nun brachten es aber die bildlichen Darstellungen mit sich, dass die Sternbilder ganz unregelmässig verlaufende Grenzen hatten, und dass es dadurch schwer wurde, festzustellen, ob ein gewisser Stern (was namentlich bei den schwächeren der Fall war) dem einen oder andern Bild zugehörte.

Für den südlichen Himmel hat GOULD in der von ihm herausgegebenen Uranometria Argentina die Umrisse durch möglichst regelmässig verlaufende Linien angegeben, wobei nun freilich die Darstellung des Bildes selbst ausgeschlossen ist und vielmehr der Grundsatz durchgeführt wird, dass die Namen nur darum gewissen Gegenden des Himmels zugetheilt wurden, dass man unter Angabe derselben gleich über die betreffende Gegend orientirt ist. Dies Princip auch für die nördlichen Bilder durchzuführen, stösst auf Schwierigkeiten aus folgendem Grunde. Viele der helleren Sterne haben aus alter Zeit besondere Namen, die meistens arabischen Ursprunges sind, und von den Astronomen nur in einzelnen Fällen gebraucht werden. Dagegen hat sich eine andere Bezeichnungsweise, welche der Astronom J. BAYER in der von ihm 1603 herausgegebenen Uranometrie in Vorschlag brachte, eingebürgert. Darnach werden die Sterne in jedem Sternbild nach der Helligkeit dem griechischen Alphabet folgend bezeichnet, sodass, wenigstens in der Regel, α der hellste im Sternbild ist, aber darnach keineswegs alle mit α bezeichneten Sterne gleich hell, oder etwa Sterne erster Grösse zu sein brauchen. Ist nun das Sternbild sehr reich, so dass das griechische Alphabet nicht genügt, so treten dann die lateinischen Buchstaben hinzu, oder auch häufig die Bezeichnung, welche der betreffende Stern im FLAMSTEED'schen Sternkatalog erhalten hat. Die Sterne mit besonderen Namen haben also doppelte Bezeichnung. Die Sterne erster Grösse tragen folgende Namen, bezw. Bezeichnungen nach BAYER:

Es ist
der hellste Stern im Eridanus α Eridani = Achernar,
im Stier α Tauri = Aldebaran,
im Fuhrmann α Aurigae = Capella,
im Orion α Orionis = Beteigeuze,

ferner

β Orionis = Rigel	α Leonis = Regulus
α Argus = Canopus	α Virginis = Spica
α Canis majoris = Sirius	α Bootis = Arcturus
α Canis minoris = Procyon	α Coronae = Gemma
α Geminorum = Castor	α Scorpii = Antares
β Geminorum = Pollux	α Lyrae = Wega
α Cygni = Deneb	α Piscis Austr. = Fomalhaut

Ausserdem müssen erwähnt werden:

β Persei Algol	β Leonis Denebola
γ Orionis Bellatrix	γ Pegasi Algenib
α Ursae maj. Dubhe	α Cassiopeae Schedir
ε „ „ Alioth	α Persei Mirfak
ζ „ „ Mizar	α Coronae Alphecca
η „ „ Alcor	γ Draconis Etamin
η „ „ Benetnasch	α Aquilae Atair
α Pegasi Markab	α Ursae minoris Polaris u. s. w.

Man erkennt nun leicht, dass bei einer Veränderung der Grenzen des Sternbildes manche mit griechischen Buchstaben bezeichnete Sterne in ein andres Sternbild kommen würden, und es würde keineswegs genügen, für den betreffenden Stern den Namen des Bildes zu ändern, denn in bei weitem den meisten Fällen würde dann der Stern nach seiner Helligkeit in dem neuen Sternbild eine andre Stelle als in dem früheren einnehmen, also auch der Buchstabe wäre zu verändern, und hierbei wäre eine grosse und gefährliche Verwirrung wahrscheinlich. Uebrigens muss bemerkt werden, dass manche Sterne wegen ihrer veränderlichen Helligkeit nicht immer die Stelle einnehmen, die ihnen nach dem BAYER'schen Princip zukäme.

Ueber das Alter der Sternbilder lässt sich nichts Sicheres angeben, viele Bezeichnungen gehen weit in die vorchristliche Zeit zurück, im »Alten Testament« werden Orion, Plejaden (im Stier), Grosser Wagen (Bär) genannt, im Homer kommt noch der Bootes vor u. s. w.

Aus derselben Zeit mögen die Thierkreisbilder stammen. Von manchen ist ein viel höheres Alter behauptet worden, indessen sind Beweise hierfür nicht zu erbringen.

Die Kenntniss der Sternbilder und der einzelnen besonders hervortretenden Sterne bezeichnet man als Astrognosie. Man bedient sich hierbei am besten der Methode des Alignements, indem man, von einem bekannten Sternbild ausgehend, unter Benutzung geeigneter Karten (zunächst solcher, welche nicht zu viele Sterne geben, höchstens bis zur 4. Grösse) oder Globen Linien nach anderen noch unbekannten zieht. Für die genauere Kenntniss sind dann besonders die Sternkarten von ARGELANDER (Uranometria nova, Berlin 1843), von HEIS (Atlas Coelestis novus, Köln 1872), von SCHURIG (Tabulae coelestes, Leipzig 1886) alle drei für den nördlichen Himmel bis etwa zum 30° südlicher Declination, sodann für den südlichen Himmel mit entsprechendem Uebergreifen auf den nördlichen, die Karten von BEHRMANN (Atlas des südlichen gestirnten Himmels, Leipzig 1874), von GOULD (Uranometria Argentina, Buenos Aires 1879) zu empfehlen. Vergl. »Sternkataloge und Sternkarten«.

Im folgenden sollen nun nach Sternbildern geordnet möglichst vollständige Verzeichnisse der interessanten Objecte gegeben werden, und zwar in der Weise, dass nach kurzem Ueberblick über die Grenzen des Bildes und über die Vertheilung der helleren Sterne zunächst ein Verzeichniss der Doppelsterne, dann ein solches der Nebelflecke und Sternhaufen, dann die veränderlichen Sterne und endlich die farbigen Sterne mitgetheilt werden.

Hinsichtlich der ersteren gilt der neue HERSCHEL'sche Catalog als Grundlage[1]), ergänzt durch die Mehrzahl der BURNHAM'schen Sterne nach den kleinen Einzelkatalogen in den Mem. R. A. S., den M. Not. R. A. S., den Astr. Nachr., den Publications des Lick und Washburn Observatory, für die Nebelflecke die DREYER'schen Cataloge[2]), für die Veränderlichen der letzte CHANDLER'sche Catalog[3])

[1]) A Catalogue of 10300 multiple and double stars, by J. F. W. HERSCHEL edit. by R. MAIN and C. PRITCHARD. Mem. R. A. S. Vol. 40, London 1874.

[2]) 1) A New General Catalogue of Nebulae and Clusters of stars, by J. L. E. DREYER. Mem. R. A. S. Vol. 49. London 1888. 2) Index Catalogue of Nebulae found in the years 1888 to 1894, by J. L. E. DREYER; Mem. R. A. S. Vol. 51. London 1895.

[3]) Third Catalogue of Variable stars by S. C. CHANDLER; Astron. Journal No 37[illegible] Boston 1896.

endlich für die farbigen Sterne das Verzeichniss von FR. KRÜGER[1]), welches allerdings nur die Sterne bis zum 23. Grad südlicher Deklination berücksichtigt, für die Sterne von da bis zum Südpol sind die Bemerkungen in der Uranom. Argent. benutzt. Von allen Sternen sind nur die genäherten Positionen (für 1900·0) gegeben; es ist bei dieser Zusammenstellung der Gedanke der leitende gewesen, dass es dem praktischen Astronomen angenehm sein wird, ein auf möglichst engen Raum zusammengedrängtes Verzeichniss der betreffenden Objecte zur Verfügung zu haben, während er für die Specialforschungen doch, und vielfach mit Unterstützung des vorliegenden Verzeichnisses, auf die Hauptquellen zurückgehen muss. Es erscheint eine so ausgedehnte Zusammenstellung um so mehr berechtigt, als vielleicht der Mehrzahl der Astronomen die ursprünglichen Hauptcataloge nicht zur Verfügung stehen. Die Einordnung der betreffenden Objecte in die Sternbilder mag gegenüber der gewohnten Catalogisirung manchen befremden. Sie entspricht aber den Zwecken des Handbuchs als eines Nachschlagebuchs; dem praktischen Astronomen ist bei Auffindung eines Objekts im Fernrohr das Sternbild selbstredend sofort bekannt und er ist dadurch zur Vergleichung ohne Weiteres auf einen engen Raum verwiesen. Eine Schwierigkeit besteht allerdings in der Einhaltung der Grenzen der Sternbilder und es wird kaum zu vermeiden sein, dass einzelne Objekte anderen Sternbildern zugetheilt sind, als wo sie nach den Grenzlinien mancher Karten gesucht werden; man wird daher an solchen Stellen auch die angrenzenden Sternbilder berücksichtigen. Immerhin dürfte dieser Fall nicht gerade häufig zu erwarten sein.

In den Doppelstern-Verzeichnissen giebt die erste Columne die Nummer des HERSCHEL'schen Catalogs (Royal Astronomical Society, Memoirs Vol. 40), die zweite die Bezeichnung des Sterns, wobei folgende auch sonst gebräuchliche Abkürzungen zur Anwendung kommen. Es bedeutet:

- Σ W. STRUVE's »Catalogus Generalis«, Petersburg 1832.
- Σ[1] W. STRUVE's »Catalogus Novus«, Dorpat 1827.
- *s* W. STRUVE's »Catalogus 795 Stellarum Duplic.« Dorpater Beobachtung. Vol. III.
- OΣ und OΣ[2] die Pulcowaer »Nouveaux Catalogues d'Etoiles Doubles«, Petersburg 1843.
- *h* die HERSCHEL'schen Cataloge in den »Memoirs of the R. A. S.« und in den »Results of Astron. Observations made at the Cape of G. H.«
- *h Mm* die HERSCHEL'schen »Micrometrical Measures of Double stars« in den gleichen Werken wie unter *h*.
- *Hh* HERSCHEL's Catalog im 35. Bd. der »Memoirs of the R. A. S.«
- 𝔅 BURNHAM's Doppelsterne, in den pag. 112 erwähnten Verzeichnissen. Vielfach sind die BURNHAM'schen Sterne dritte Componenten schon bekannter Doppelsterne, es ist dann die Position des Hauptsternes zweimal gegeben.

Es kommen dann noch eine geringe Anzahl Doppelsterne vor, die von verschiedenen Beobachtern gelegentlich gefunden sind; die meisten dieser kleinen Cataloge finden sich in den Astronom. Nachrichten und den Memoirs bezw. Monthly Notices der R. A. S. Dabei bezeichnet *S* James South, *R* C. Rümker, *Δ* James Dunlop, *A. C.* Alvan Clark, *D* Dawes, *Db* Dembowski, *Schj.* Schjellerup.

Die dritte Columne giebt, soweit es möglich war, die Grössenangaben des Hauptsternes. Die auf *h*, *h Mm*, *Hh* bezüglichen sind die HERSCHEL'schen, die auf die STRUVE-ARGELANDER'schen Angaben ohngefähr durch folgende Ziffern reducirt werden können.

[1]) Catalog der farbigen Sterne zwischen dem Nordpol und 23 Grad südl. Deklin. von FR. KRÜGER, Publ. der Sternwarte in Kiel VIII, Kiel 1893.

HERSCHEL	7.	Gr.	etwa	= STRUVE-ARGEL.		6·3
„	8	„	„	„	„	7·3
„	9	„	„	„	„	8·2
„	10	„	„	„	„	9·0
„	11	„	„	„	„	9·7
„	12	„	„	„	„	10·3
„	13	„	„	„	„	10·8
„	14	„	„	„	„	11·2
„	15	„	„	„	„	11·6
„	16	„	„	„	„	11·9
	.					.
	.					.
„	20	„	„	„	„	13·0

In der vierten und fünften Columne folgen sodann die Rectascension und Deklination des Sternes für 1900·0, wobei die Oerter des HERSCHELschen Catalogs verwandt wurden, jedoch unter häufiger Vergleichung mit neueren Bestimmungen und dementsprechender Verbesserung.

In den Verzeichnissen der Nebelflecke und Sternhaufen giebt die erste Columne die Nummer der DREYER'schen Cataloge (Memoirs der R. Astron. Soc. Vol. 49 I und 51 bezw. ohne oder mit Accent), die zweite und dritte die Rectascension und Deklination auf 1900·0 umgerechnet. Die letzte Columne giebt die angenäherte Beschreibung des Objects. Hierbei sind die von HERSCHEL eingeführten und von DREYER vervollständigten Bezeichnungen beibehalten; diese englischen Abkürzungen haben sich beim praktischen Astronomen so eingebürgert, dass eine Uebertragung oder Abänderung sehr bedenklich scheinen müsste; um so mehr, da sich dann nothwendigerweise oft für die (deutsche) Abkürzung Buchstaben ergeben hätten, welche in der englischen eine ganz andere Bedeutung haben würden, und so Irrungen unvermeidich geworden wären. Die Bedeutung der Abkürzungen ist folgende:

ab about, ohngefähr
alm almost, fast
am among, unter
app appended, *att attached*, in Verbindung
b brighter, heller
bet between, zwischen
biN binuclear, mit doppeltem Kern
bn brighter north, nördlich heller
bs brighter south, südlich heller
bp brighter preceding, vorangehend heller
bf brighter following, folgend heller
B bright, hell
c considerably, beträchtlich
C compressed, gedrängt
Cl Cluster, Sternhaufen
d diameter, Durchmesser
def defined, scharf begrenzt
dif diffused, verwaschen
diffic difficult, schwierig
dist distant, entfernt
D double, doppelt
e extremely, äusserst
ee most, Steigerung von *e*
er easily resolvable, leicht auflösbar
exc excentric, excentrisch
E extended, ausgedehnt
f following, folgend
F faint, schwach, fein
g gradually, allmählich
i irregular, unregelmässig
inv involved, im Innern, eingehüllt
iF irregular figure, unregelmässige Form
l little (adv.), *long (adj.)*, wenig, lang
L large, gross
m much, viel, sehr
mm mixed magnitudes, verschiedene Grössen
mn milky nebulosity, milchiger Nebel
M middle, or in the m, Mitte
n north, nördlich
neb nebula, Nebel
nr near, nahe
N Nucleus, Kern
p preceding, vorangehend
p pretty (vor F, B, L, S) ziemlich
P poor, arm, unbedeutend
r resolvable, auflösbar
rr partially resolved, theilweise aufgelost
rrr well resolved, gut aufgelöst
R round, rund
RR exactly round, genau rund

R rich, reich
s suddenly, plötzlich
s south, südlich
sc scattered, zerstreut
st stars, Sterne
sv several, einige
susp suspected, vermuthet
stell stellar, sternartig
S small, klein
sm smaller, kleiner
tri N trinuclear, drei Kerne
v very, sehr
vv very very, Steigerung von v
var variable, veränderlich

* a star; * 10 a star of 10 magn., ein Stern, 10. Grösse
: double star ∴ triple star, Doppel- 3 facher Stern
! remarkable, !! very much so, auffallend, sehr a.
!!! a magnificent or otherwise interesting object, ein ganz hervorragend schönes oder interessantes Object
△ triangle, steht im Dreieck mit

⊕ globular cluster of stars, kugelförmiger Sternhaufe
○ planetary nebula, planetarischer Nebel
◎ annular nebula, ringförmiger Nebel
st 9 . . . . stars from 9th magn. downwards, Sterne von der 9. Grösse abwärts
st 9 . . . . 13 stars from 9th to 13th magn., Sterne von der 9. bis 13. Grösse

Wie bei den HERSCHEL'schen Doppelsternen sind auch hier die Bezeichnungen der Sterngrössen in den Bemerkungen die HERSCHEL'schen und eventuell nach pag. 114 auf die sonst üblichen STRUVE-ARGELANDER'schen Angaben zu reduciren.

Bei den Veränderlichen Sternen enthält die erste Columne die übliche Bezeichnung des Sternes, wobei zu bemerken ist, dass die wirklich Veränderlichen mit den neuen nach der Rectascension geordnet sind. Columne 2, 3 giebt die Rectascension und Deklination, Columne 4, 5 die Helligkeit im Maximum und Minimum, die letzte (6.) Columne endlich die Periode und etwaige Bemerkungen; fehlt hier eine Angabe, so ist über die Art des Lichtwechsels noch nichts bekannt.

Bei den farbigen Sternen enthält die erste Columne die laufende Nummer, die zweite und dritte die Rectascension und Deklination, die vierte die Grösse nach der Bonner Durchmusterung bezw. nach der Uranometria Argentina, die fünfte endlich die Farbenangabe nach folgenden Abkürzungen:

W weiss, *GW* gelblich weiss, *WG* weisslich gelb, *G* gelb, *GG* goldgelb, *O* orange, *OG* orange gelb, *GR* gelblich roth, *RG* röthlich gelb, *RO* roth orange, *OR* orange roth, OR^1 blass orangeroth, OR^2 orange röthlich, R^1 blass roth, R^2 röthlich, *KR* kupferroth, *R* roth, *RR* sehr roth, *F* farbig.

Ueber die Präzessionstabellen braucht nichts gesagt zu werden; da die Positionen alle für 1900 gelten, hätten die kleinen Täfelchen füglich fortbleiben können, wenn es sich um die Herleitung des Sternorts in der nächsten Zukunft handelt. Sie sind mehr aus dem Grunde hinzugefügt, weil die etwa wünschenswerthe Aufsuchung des betreffenden Sternes in einem weiter zurückliegenden Cataloge dadurch erleichtert wird.

1. Andromeda, Sternbild des nördlichen Himmels, von PTOLEMÄUS angeführt, erstreckt sich von $22^h\ 50^m$ bis $2^h\ 30^m$ Rectascension, und von 19° bis 54° nördlicher Deklination. Die Grenzen ziehen sich ungefähr wie folgt: die nördliche Grenze läuft von $22^h\ 50^m$ bis $0^h\ 40^m$ *AR* von 54° nach 45° Deklination, hier geht sie wieder nordwärts, trifft bei $1^h\ 0^m$ den Punkt 50°, geht dann im Bogen über $1^h\ 34^m$ und 46° nach $2^h\ 30^m$ und 51°; die südliche Grenze beginnt bei $22^h\ 50^m$ und 35°, bleibt 30^m auf diesem Parallel, trifft dann bei $0^h\ 0^m$ und 28° 26' den hellen Stern α *Andromedae*, geht fast direkt nach Süden bis 18° bei $0^h\ 12^m$, läuft von hier mit einigen Krümmungen zum Stern η bei $0^h\ 51^m$ und 22° 47', dann mit einer kleinen westlichen Ausbiegung zum 32. Grad und endlich von hier ziemlich gerade auf den Punkt $2^h\ 30^m$ *AR* und 36° Dekl. In diesem Bild hat

Heis 139 dem blossen Auge sichtbare Objecte (darunter einen Nebelfleck) verzeichnet, die sich auf die einzelnen Grössenclassen der Art vertheilen, dass 3 Sterne der 2ten und 2·3ten Grösse, 1 der 3ten, 13 der 4ten und 4·5ten, 14 der 5ten und 5·6ten, 108 der 6ten und 6·7ten angehören, unter welchen letzteren auch ein Veränderlicher ist, der im Maximum die 6·3te Grössenclasse erreicht.

Die Andromeda wird begrenzt: im Westen von der Lacerta, im Süden bis zu $0^h 14^m$ vom Pegasus, von $0^h 14^m$ bis $1^h 21^m$ von den Pisces, von $1^h 21^m$ bis an die östliche Grenze vom Triangulum, im Norden bis $1^h 0^m$ von der Cassiopeia, dann vom Perseus, welcher zugleich die Ostgrenze bildet.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9814	OΣ²239	6	22h 50m·9	+35° 49′
9818	h 1831	10	22 51·2	+42 31
9823	Σ 2960	6·7	22 51·8	+41 4
9830	h 1832	10	22 53·1	+38 8
9836	h 3157	—	22 53·3	+53 48
9839	h 1836	9	22 53·6	+50 16
9851	h 1839	8·7	22 55·8	+40 35
9855	h 1840	8·5	22 55·9	+47 49
—	β 1147	5·0	22 58·0	+42 14
9868	Σ 2973	7·0	22 58·2	+43 31
9870	h 1841	8·9	22 58·4	+45 38
9876	h 3163	9	22 59·1	+53 26
9887	h 1846	11	23 0·6	+50 46
9897	OΣ²242	7·0	23 1·9	+46 24
9898	h 1848	16	23 2·0	+42 26
9908	h 1849	6	23 3·1	+45 51
9922	h 5531	12	23 4·9	+35 54
9924	OΣ²243	7·8	23 5·4	+36 19
9926	Σ 2985	7·4	23 5·4	+47 25
9931	Σ 2987	8·2	23 5·7	+48 29
9934	h 1853	8·9	23 6·0	+44 20
9939	h 1855	11	23 7·2	+45 2
9949	Σ 2992	8·0	23 8·3	+39 29
9953	Σ 2994	7	23 8·6	+39 7
9970	h 1863	12	23 11·3	+48 27
9972	h 3181	9	23 11·4	+52 26
9973	h 1864	9·10	23 11·5	+42 6
9974	h 3182	11	23 11·5	+52 28
—	β 717	5	23 13·1	+48 29
9985	h 1867	10	23 13·8	+43 48
9990	OΣ 493	7·8	23 14·2	+47 56
9995	OΣ²244	6	23 15·0	+47 50
10003	Σ 3004	6·5	23 16·0	+43 34
10011	h 1871	10	23 16·8	+51 19
10012	h 1872	12	23 17·3	+42 0
10022	Σ 3010	8·2	23 18·7	+45 15
10031	h 1875	10	23 20·5	+51 17
10036	h 1876	10	23 21·0	+36 17
10038	h 1877	12	23h 21m·0	+41° 59′
10039	σ 781	8	23 21·1	+37 9
10043	h 986	10	23 22·2	+34 47
10045	h 1878	11	23 22·3	+49 52
10053	h 1882	9·10	23 22·9	+38 51
10054	h 1883	9	23 22·9	+45 51
10056	h 1884	9·10	23 23·2	+49 38
—	β 1221	9·3	23 23·2	+41 53
10066	h 1885	8·9	23 24·9	+51 5
10080	h 1889	7·8	23 27·0	+37 45
10083	Σ′ 2830	8·0	23 27·2	+43 16
10085	h 1891	9·10	23 27·9	+48 46
—	β 388	6·5	23 29·9	+37 37
10100	h 1893	9·10	23 30·2	+46 27
10106	h 1894	9·10	23 31·0	+50 59
10116	Σ′ 2837	4	23 32·6	+45 55
10117	OΣ 500	7	23 32·7	+43 52
10119	Hh 804	4·0	23 32·9	+42 42
—	β 722	6·8	23 33·6	+41 57
10130	OΣ 501	7	23 35·0	+37 6
10134	h 1898	4·5	23 35·5	+43 47
10139	h 1900	7	23 36·1	+37 [illegible]
—	β 389	7·5	23 36·3	+32 1
—	β 858	7·7	23 36·3	+32 1
10150	h 1903	9·10	23 37·5	+49 23
10159	Σ 3034	7·7	23 39·6	+45 42
10168	OΣ²248	7·8	23 41·1	+50 7
—	β 390	8·0	23 42·5	+48 45
—	β 995	6·5	23 42·6	+46 17
10182	OΣ 506	7	23 43·5	+35 44
10196	OΣ 509	7·8	23 45·4	+42 51
10200	OΣ 510	7·8	23 46·5	+41 31
10203	Σ 3042	7·9	23 46·9	+37 30
—	β 728	8·5	23 47·1	+42 57
10204	h 1913	10	23 47·1	+36 30
10208	Σ 3043	8·4	23 47·8	+38 5
10216	h 1916	10	23 48·5	+49 4
10225	h 1917	10	23 49·7	+45 12

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
10239	h 1919	10	23h 51m·6	+48° 56′	124	h 622	9	0h 20m·8	+34° 14′
10240	h 1920	9	23 51·9	+48 56	—	β 1225	8·1	0 22·0	+20 33
10246	σ 790	7	23 52·7	+31 11	130	Σ 31	9·5	0 22·5	+40 52
10252	OΣ 513	7	23 53·2	+34 28	—	β 779	8·5	0 22·6	+23 2
10258	Σ 3050	7·0	23 54·4	+33 10	141	h 624	10	0 24·0	+33 20
—	β 860	6·8	23 54·9	+38 18	147	h 1976	10	0 24·5	+19 45
10279	h 1927	9·10	23 57·9	+44 34	149	h 1978	11·12	0 24·9	+43 36
10286	Hh 811	—	23 58·9	+40 39	—	β 1095	5·5	0 24·9	+29 12
10289	h 1932	10	23 59·1	+42 1	151	OΣ 11	7·8	0 25·3	+31 34
—	β 862	8·5	23 59·5	+37 37	152	h 1027	9·10	0 25·3	+21 35
10290	OΣ 514	6·7	23 59·5	+41 32	—	β 394	8·0	0 25·3	+46 59
10291	Σ 3056	7·0	23 59·5	+33 42	157	Σ 33	8·2	0 25·7	+33 32
—	β 997	7·9	23 59·8	+45 8	159	h 1029	9	0 25·9	+44 22
10294	Σ 3058	8·0	0 0·0	+29 46	160	h 5451	7	0 26·1	+33 1
10313	OΣ²256	7	0 2·9	+30 49	161	h 5452	—	0 26·1	+33 4
10317	Σ¹2874	2	0 3·2	+28 32	163	OΣ² 2	6	0 26·2	+33 1
1	Σ 1	8·3	0 3·6	+36 40	164	OΣ 13	7	0 26·5	+36 23
—	β 483	7·5	0 3·9	+40 18	165	h 1030	4·5	0 26·5	+33 9
4	h 1001	9·10	0 3·9	+44 11	—	β 780	8·5	0 27·0	+37 12
—	β 484	8·0	0 4·5	+51 29	168	S 386	—	0 27·0	+27 57
10	Σ 3	8·1	0 4·8	+45 50	173	h 1031	11	0 27·2	+41 2
—	β 255	7·5	0 6·7	+27 52	179	h 1032	9	0 27·4	+28 59
28	h 5450	—	0 6·7	+35 36	180	Σ¹ 33	6·5	0 27·5	+27 43
—	β 864	8·9	0 7·7	+34 47	185	h 1034	10	0 28·6	+25 41
35	OΣ 2	7	0 8·4	+26 27	191	h 1036	11	0 29·1	+42 20
42	OΣ 3	7	0 9·5	+36 4	197	Σ 41	8·0	0 29·7	+38 37
—	β 1027	7·2	0 9·8	+20 57	199	Σ 40	7·0	0 29·8	+36 17
49	h 1009	10	0 10·6	+48 3	200	h 1987	9·10	0 29·8	+42 31
55	h 1947	7·8	0 11·1	+43 3	—	β 230	9	0 30·3	+26 36
—	β 487	8·0	0 11·3	+28 45	205	h 625	9	0 30·3	+31 48
56	Σ 17	8·0	0 11·3	+28 45	207	Σ 42	8·5	0 30·7	+29 28
59	OΣ 4	7	0 11·5	+35 54	211	Σ¹ 42	4·4	0 31·5	+33 10
62	Σ 19	7	0 11·6	+36 4	215	Σ 44	8·5	0 33·0	+40 26
69	h 619	10	0 12·9	+32 6	—	β 1159	9·7	0 33·6	+40 8
72	Σ 24	7·7	0 13·3	+25 35	221	S.C.C. 19	3	0 34·0	+30 19
75	h 1014	10·11	0 13·4	+41 55	—	β 491	3	0 34·0	+30 19
76	OΣ 5	7	0 13·5	+43 14	224	OΣ 17	7	0 34·2	+36 13
77	h 1015	9·10	0 13·5	+25 12	—	β 257	8	0 34·7	+46 43
83	h 620	9	0 14·2	+30 36	227	h 1044	9	0 34·8	+43 11
87	Σ¹ 21	7·2	0 14·8	+37 41	230	Σ 47	6·7	0 35·1	+23 30
88	h 1017	11	0 14·8	+41 58	—	β 865	8·5	0 38·3	+42 42
92	A. C. 1	7·5	0 15·7	+32 25	249	OΣ 19	7	0 38·4	+37 1
98	h 1020	8·9	0 16·4	+26 24	251	Σ 52	7·5	0 38·6	+45 41
99	h 1021	10	0 16·6	+41 39	260	Σ 55	8·0	0 39·0	+33 4
105	h 1959	9	0 17·5	+21 6	261	Σ 54	9·0	0 39·0	+32 59
107	h 1960	9	0 17·8	+46 43	262	Σ 56	8·9	0 39·1	+33 0
111	Σ 28	7·8	0 18·7	+28 57	—	β 866	9·2	0 39·2	+42 42
117	h 1963	9·10	0 20·1	+43 46	263	h 1050	10	0 39·3	+44 30
119	Σ 29	8·8	0 20·1	+31 57	264	h 1051	10	0 39·3	+24 10
—	β 489	8·5	0 20·7	+43 38	269	h 626	9	0 40·0	+31 7

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
274	h 627	11	0h 40m·6	+35° 53'	543	Σ 133	7·0	1h 27m·1	+35° 20'
276	Σ^1 56	7·0	0 41·0	+30 24	544	Σ 134	8·9	1 28·2	+47 32
290	$O\Sigma^2$ 9	7	0 44·3	+29 54	549	Σ 135	8·0	1 28·4	+35 41
294	Σ 62	8·8	0 44·8	+35 16	562	h 2057	9·10	1 30·1	+45 51
297	Σ 64	9·0	0 45·6	+40 39	—	β 1166	8·4	1 32·9	+37 59
299	Σ 66	8	0 45·9	+35 29	577	h 2063	9	1 32·9	+45 30
303	h 628	7	0 46·5	+33 21	579	Σ 140	8·4	1 33·1	+40 34
315	Σ 72	8·0	0 49·1	+38 38	581	h 1087	10	1 33·4	+38 31
319	Σ 73	6·7	0 49·6	+23 5	584	Σ 141	8·0	1 34·2	+38 28
—	β 500	8·0	0 49·9	+30 7	—	β 1167	9·3	1 34·4	+38 13
322	h 629	8	0 50·2	+34 1	587	Σ 143	7·7	1 34·7	+33 51
325	h 1057	4	0 51·2	+37 58	618	Σ 149	8·0	1 38·6	+39 27
334	h 1060	10	0 53·1	+41 23	623	Σ 154	8·0	1 39·0	+43 12
340	h 1062	10	0 54·0	+48 43	—	β 736	8·5	1 40·7	+38 26
343	Σ 79	6·5	0 54·4	+44 11	674	h 2089	9	1 45·3	+42 59
353	h 2010	9	0 57·0	+47 10	686	h 2091	9·10	1 47·3	+44 8
354	OΣ 21	7	0 57·3	+46 51	688	h 1094	6	1 47·3	+40 14
355	h 1064	6	0 57·3	+40 49	689	Σ 179	7·5	1 47·4	+36 50
356	Σ 83	7·7	0 57·6	+49 47	697	Σ 181	8·1	1 48·7	+37 42
374	h 2013	9·10	1 0·3	+44 15	706	*S C C.* 74	5·6	1 50·2	+36 46
385	$O\Sigma^2$ 11	7	1 1·6	+38 7	707	h 1097	—	1 50·3	+37 15
—	β 397	8·0	1 2·0	+46 18	721	Σ 190	8·0	1 52·0	+40 54
387	h 2015	8·9	1 2·0	+47 19	735	Σ 195	8·0	1 54·0	+43 58
390	h 1071	9·10	1 2·4	+49 53	740	Σ 197	7·8	1 55·2	+34 49
396	h 2018	9	1 3·2	+41 41	755	Σ 205	3·0	1 57·8	+41 52
398	Σ 92	8	1 3·4	+44 42	771	Σ 210	9·0	1 59·6	+36 28
405	Σ^1 80	2·5	1 4·1	+35 5	787	Σ 215	8·2	2 2·9	+40 19
—	β 235	7	1 4·6	+50 28	796	h 1109	10	2 4·3	+38 42
—	β 1162	9·2	1 5·0	+35 24	801	Σ 222	7·0	2 4·8	+38 34
413	*h Mm* 746	—	1 5·4	+48 43	808	h 2117	11	2 5·9	+44 11
—	β 398	8·0	1 6·0	+47 16	818	Σ 228	7·5	2 7·6	+47 1
—	β 236	8·5	1 6·2	+46 27	844	Σ 238	8·5	2 9·1	+37 1
421	h 2024	10	1 6·3	+47 28	856	Σ 243	8·9	2 12·5	+48 55
428	h 2027	9·10	1 7·5	+43 54	858	Σ 245	7·5	2 12·5	+39 49
445	h 2031	9·10	1 10·7	+43 55	871	Σ 248	8·5	2 14·8	+42 20
449	Σ 104	8·0	1 11·3	+37 56	876	Σ 249	7·5	2 15·2	+44 9
452	h 2033	10·11	1 11·9	+48 32	878	Σ 250	8·5	2 15·2	+36 58
453	Σ 102	7·5	1 11·9	+48 29	879	Σ 251	8·0	2 15·6	+38 56
454	h 1077	8	1 11·9	+44 6	880	OΣ 40	7·8	2 15·6	+38 3
461	OΣ 29	7	1 13·1	+39 26	887	Σ^1 226	7·5	2 16·7	+41 1
462	Σ 108	7·0	1 13·1	+36 51	889	Σ 256	8·5	2 17·1	+48 53
469	*Ll* 2362	9	1 14·3	+43 26	900	Σ 259	8·9	2 18·9	+47 36
471	Σ 112	8·0	1 14·8	+45 49	918	h 2137	9	2 22·0	+42 47
491	h 2041	10	1 18·2	+44 51	928	h 2141	13	2 23·5	+45 2
496	$O\Sigma^2$ 17	7	1 18·8	+38 30	947	Σ 275	8·9	2 27·9	+40 51
—	β 82	5	1 21·5	+44 53	952	h 1120	7	2 29·2	+39 14
—	β 999	5	1 21·5	+44 53	954	Σ 279	6·0	2 29·5	+36 53
516	*A. C.* 14	7	1 22·5	+42 16	955	h 2147	10·11	2 30·2	+45 38
525	h 1081	10	1 24·3	+41 0	966	h 2149	10	2 32·1	+51 15
—	β 1165	8·4	1 26·0	+40 33					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0		δ 1900·0		Beschreibung des Objects
7438	22^{h}	53^{m}·3	+53°	49'	*Cl, vL, E*
7440	22	53·9	+35	16	*eF, S, iR*
7445	22	54·8	+38	34	*eF, vS*
7446	22	54·9	+38	31	*eF, vS, R, r*
7449	22	55·0	+38	37	*vF, S, R, vS* *im Cent.
7485	23	1·3	+33	34	*vF, S, R, bM,* *10 *p*
7486	23	1·4	+33	34	*vF, vS*
7514	23	7·7	+34	11	*eF, pL, iR*
1476'	23	10·4	+30	0	*SCl*
7618	23	15·0	+42	18	*F, S, R, gbM*
7640	23	17·3	+40	18	*cF, L, mE* 164°, *vlbM, r*
7662	23	21·1	+41	59	!!! ◯ o. ⊙, *vB, pS, R, blau*
7680	23	23·7	+31	52	*vF, S, R, lbM, r*
7686	23	25·4	+48	31	*Cl, P, lCst* 7 11
7707	23	30·0	+43	46	*eF, S, R,* *9·10 *pvnr*
7761	23	44·1	+30	25	*cB, vS, R, psbM,* *12 *att*
7773	23	47·1	+30	43	*pF, cS, R,* *13 *nfnr*
7799	23	54·4	+30	44	*vF, vS,* *.6 *p* nahe
1525'	23	54·9	+46	19	*eF, pS*
7805	23	56·3	+30	53	*eF, S, R, sbM, stellar*
7806	23	56·4	+30	54	*eF, S, R, stellar*
7819	23	59·2	+30	55	*eF, L*
7831	0	1·2	+31	55	*eF, vS, mE, vF* **vnr*
7833	0	1·4	+27	5	*Cl, vS, vF,* 2'·5, *nebs?*
7836	0	1·6	+32	23	*eF, vS, R, bet* 2*
7839	0	1·9	+27	5	*vF, pS, dif, r*
1	0	2·1	+27	10	*F, S, R, bet* *11 und 14
2	0	2·1	+27	7	*vF, S*
5	0	2·7	+34	48	*vF, vS, N* = * 13·14
6	0	3·1	+31	58	*eF, vS, cE*
8	0	3·3	+23	14	*vF, N im n Ende*
9	0	3·5	+23	13	*F, R,* *9·10 *sf*
11	0	3·5	+36	54	*vF, vS, vlE,* 2 *vF st inv*
13	0	3·6	+32	53	*vF, vS, S st + neb*
15	0	3·9	+21	3	*vF, vS, R, bM*
16	0	3·9	+27	10	*pB, S, R, bM*
18	0	4·2	+27	11	*F, vS, iR, mbM*
19	0	4·3	+32	18	*eeF, lE,* 3 *vF st* dabei
20	0	4·4	+32	45	*F,* *10 *att*
21	0	4·4	+32	39	*eF, S, lE*
22	0	4·6	+27	17	*vF, pS, R, lbM, r*
23	0	4·7	+25	22	3 *S st + neb*
26	0	5·3	+25	17	*vF, pL, R,* 2 *F st n*
27	0	5·3	+28	26	*eF, vS, E, B** *nr*
29	0	5·6	+32	48	*pB, pL, E* 0°
30	0	5·7	+21	24	*Neb* * 13
39	0	7·1	+30	32	*vF, pS, R*
41	0	7·6	+21	27	*pF, S, lE, gbM*
42	0^{h}	7^{m}.8	+21°	32'	*F, vS, stell*
43	0	7·8	+30	24	*eF,* *12 *np* 45"
44	0	8·1	+30	44	*eF, vS*
48	0	9·5	+47	42	*eeF, pL, R, v diffic.*
49	0	9·7	+47	42	*eeF, S, R*
51	0	9·9	+47	42	*pF, pS, R, bM*
67	0	13·1	+29	30	*eF, vS, R*
68	0	13·2	+29	31	*cF, L,* 3 oder 4 *st+neb*
69	0	13·2	+29	29	*eF, vS, R*
70	0	13·2	+29	31	*eF, vS, R, bet* 2 *F st*
71	0	13·3	+29	30	*eF, vS, R*
72	0	13·3	+29	29	*eF, vS, R*
74	0	13·8	+29	30	*eF, S, E*
76	0	14·5	+29	22	*vF, S, bM*
79	0	15·8	+22	1	*vF, S, vlbM*
80	0	16·0	+21	48	*F, S, R, psbM*
81	0	16·0	+21	50	*eeF*
82	0	16·1	+21	54	*eF, stellar*
83	0	16·2	+21	53	*E, bi N,* 3 *B st nr*
84	0	16·2	+22	4	*eF, st* und *neb*
85	0	16·2	+21	57	*eeF, cL, R*
86	0	16·3	+22	0	*eF, vS, lbM*
90	0	16·7	+21	52	*vF, lE*
91	0	16·7	+21	50	*vF, vS,* *13 *sp*
93	0	16·9	+21	51	*vF, vS*
94	0	17·0	+21	56	*eF, vS*
96	0	17·1	+22	0	*vF, S, vlbM*
97	0	17·3	+29	12	*F, vS, R, gbM*
108	0	20·7	+28	40	*pF, pL, R, pslbM*
109	0	20·9	+21	15	*vF, S,* 3 *st nr*
112	0	21·6	+31	9	*eF, vS, R*
24'	0	26·0	+30	17	*S, Cl, nebs?*
140	0	26·1	+30	14	*vF, S, R, gbM*
149	0	28·5	+30	10	*vF, vS, R, gbM,* *12 *sp*
160	0	30·8	+23	25	*vF, vS, stell,* *8, 17° + 4'
162	0	30·9	+23	25	*eF, stellar*
169	0	31·6	+23	26	*F, pL, D o. bi N,* *6 *nf* 4'
181	0	33·1	+28	55	*eF, eS, irr, vF* **att*
183	0	33·2	+28	58	*pF, vS, R, gbM*
184	0	33·3	+28	54	*eF, eS*
205	0	34·9	+41	8	*vB, vL, mE* 165°, *vgvmbM*
206	0	35·1	+40	11	*vF, vL, mE* 0°
214	0	36·2	+24	57	*pF, pL, gvbM, r*
43'	0	37·0	+29	6	*vF, S, mbM*
218	0	37·1	+35	47	*eF, vS, R, gbM*
221	0	37·3	+40	19	*!vvB, L, R, psmbMN*
224	0	37·3	+40	43	*!!! eeB, eL, vmE Androm. Neb.*

Nummer der Dreyer-Catalogs	α (1900·0)	δ (1900·0)	Bezeichnung des Objects
45*	0h 37m·3	+29° 7'	*Susp. neb.*
46*	0 37·6	+26 42	*pB, S, R, bM*
228	0 37·7	+22 57	*eF, S, R*
229	0 37·8	+22 58	*vF, S, R*
233	0 38·2	+30 2	*F, vS, R, lbM*
243	0 40·7	+29 25	*F, vS, R, gbM, *10p*
252	0 42·7	+27 5	*pB, S, R, pmbM, r, *p*
258	0 43·0	+27 6	*eF, S, vFst* nahe
260	0 43·3	+27 8	*eF, pS, lE*
262	0 43·6	+31 25	*eF, vS, R, v diffic.*
266	0 44·4	+31 44	*pB, pS, lE, psbM, r, *8 sf 4'*
272	0 45·9	+35 18	*Cl, L, lC*
287	0 48·0	+31 56	*eF, S, R (? AR 49m·0)*
317	0 52·5	+43 16	*eeF, pS, lE, D*f* nahe
64'	0 54·0	+26 31	*F, S, R, gbnbM*
65'	0 55·2	+47 9	*eF, pL, mE, Bstfs*
389	1 2·3	+39 11	*eF, eS, R, *nr*
393	1 3·0	+39 7	*F, vS, vlE, gbM, 4Sstnr*
404	1 3·8	+35 11	*pB, cL, R, gbM, β Andr. sf*
425	1 7·4	+38 14	*vF, vS, R, lbM, *11 att.*
464	1 13·9	+34 26	*S*
477	1 15·6	+39 58	*vF, pS, vlE, vglbM*
529	1 20·0	+34 12	*pB, vS, sbM*
531	1 20·2	+34 14	*F, S, R*
536	1 20·7	+34 11	*pB, pL, gbM*
542	1 20·9	+34 10	*eF, diffic.*
551	1 22·0	+36 40	*vF, S, E, vglbM, *13nr*
562	1 22·7	+47 52	*eF, pS, R, D*nrs*
573	1 25·0	+40 44	*vF, vS, R, gbM*
587	1 27·0	+34 46	*vvF, S, ? S Cl*
590	1 27·6	+44 25	*F, vS, rr?*
591	1 27·6	+35 9	*eF, pS, R, lbM, B*sf*
605	1 29·2	+40 41	*vF, vS, R, bM*
620	1 31·1	+41 49	*eF, vS, R, lbM*
621	1 31·1	+35 0	*vF, eS, R, bMN*
634	1 32·6	+34 51	*eF, eS, sev F st inv*
653	1 36·7	+35 8	*vF, pL, mE, lbM, sev F st inv*
662	1 38·7	+37 11	*F, S, R, mbM*
668	1 40·5	+35 58	*pF, pS, R, gbM*
669	1 41·5	+35 4	*pF, pL, mE, gbM*
679	1 44·2	+35 18	*F, stellar*
687	1 44·8	+35 50	*vF, stellar*

Nummer der Dreyer-Catalogs	α (1900·0)	δ (1900·0)	Bezeichnung des Objects
700	1h 46m·5	+35° 37'	*eF, vS, R*
703	1 46·8	+35 40	*vF, vS, R*
704	1 46·8	+35 38	*vF, vS, R*
705	1 46·8	+35 39	*vF, vS, R*
708	1 46·9	+35 40	*F, pL, bM*
709	1 46·9	+35 43	*vF, pL, bet 2 st*
710	1 46·9	+35 34	*vF, pS, 2 st*
712	1 47·2	+36 20	*vF, R, am p B st*
714	1 47·6	+35 44	*F, vS, R, 2 st 13 p* und
717	1 48·0	+35 44	*vF, pS, *15 sf 1'*
721	1 48·9	+38 54	*eF, pL*
732	1 50·6	+36 19	*vF, *in vF, vS, R neb.*
746	1 51·7	+44 26	*vF, pL, lE, sev st nr*
752	1 51·8	+37 10	*Cl, vvL, Ri, st L* und
178'	1 53·0	+35 8	*pF, N = 13m*
179'	1 54·0	+37 33	*pB, S, lE, *9·5 sf*
797	1 57·5	+37 38	*vF, S, iR, sbM, *nr*
801	1 58·0	+37 47	*eF, pS, iR, D*f* nahe
812	2 0·6	+44 6	*eF, pL, E 45°, bM*
818	2 2·8	+38 17	*pB, cL, lE, mbM*
828	2 4·1	+38 48	*pB, S, iR, D*f 15"*
846	2 5·9	+44 6	*eF, vS, R, gbM (= 84[illegible])*
891	2 16·3	+41 54	*!B, vL, vmE 22°*
898	2 17·7	+41 29	*eF, vS, lE*
906	2 19·0	+41 37	*eF, iE*
909	2 19·1	+41 34	*vF, vS, vS* nr*
910	2 19·3	+41 22	*vF, pS, stellar*
911	2 19·4	+41 29	*eF, vS, R, sbM*
912	2 19·5	+41 19	*F, vS, R, bM*
913	2 19·5	+41 20	*eF, vS, lbM*
920	2 21·2	+45 31	*eF, eS, R, 1 o. 2 eF st nr*
923	2 21·3	+41 30	*vF, S, R, gsbM*
933	2 22·8	+45 28	*eF, eS, R, B*nf*
937	2 23·2	+41 48	*vF** nebelartig
946	2 24·3	+41 46	*F, S, R, glbM*
956	2 26·0	+44 10	*Cl, pRi, st 9 . . . .* [illegible]
980	2 29·1	+40 22	*vF, pS*
982	2 29·1	+40 26	*F, S*
239'	2 30·3	+38 32	*vF spiral, F stellar*
995	2 32·2	+41 6	*vF, vS*
996	2 32·3	+41 13	*vF, vS*
999	2 32·4	+41 14	*eF*
1000	2 32·5	+41 1	*vvF, pS, dif*
240'	2 32·7	+41 17	*vF, pS*

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maxim.	Grösse Minim.	Periode, Bemerkungen
T Androm. .	0h 17m 10s	+26° 36'·4	7·7—8·4	13?	1855 Sept. 10 + 265d·35 *E*
R „ .	0 18 45	+38 1·4	5·6—8·6	< 12·8	1859 März 27 + 410d·7 *E* + + 25 *sin*(12° *E* + 90°)
S „ .	0 37 15	+40 43·2	7	?	Nova, 1885 im Andromedanebel
V „ .	0 42 13	+34 51·8			
U „ .	1 9 47	+40 11·2	8·9	< 13	1894 Decbr. 26 + 365d *E*?

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	22h 52m 4s	+49° 12'·1	4·6	*G*	35	0h 11m 52s	+38° 8'·0	4·5	*GW*
2	22 52 53	+42 28·3	6·8	*OR*^{1}	36	0 14 37	+14 9·2	8·2	*KR*
3	22 54 50	+52 7·0	6·0	*O*	37	0 14 46	+37 40·9	6·8	*GG*
4	22 57 18	+43 35·5	8·5	*R*^{2}	38	0 15 39	+32 25·4	7·0	*OR*
5	22 57 38	+44 2·4	6·2	*RG*	39	0 17 4	+32 30·9	8·9	*OR*^{1}
6	22 58 8	+44 2·7	8·9	*R*	40	0 17 41	+38 12·1	7·0	*G*
7	23 1 48	+42 3·2	7·5	*G*	41	0 18 45	+38 1·4	*var*	*R*
8	23 3 12	+48 45·0	6·0	*RG*	42	0 22 14	+35 1·9	8·1	*KR*
9	23 5 45	+48 27·9	7·0	*OG*	43	0 22 57	+20 14·6	7·2	*RG*
10	23 7 44	+52 16·6	8·2	*R*	44	0 30 54	+23 28·5	7·0	*G*
11	23 13 7	+48 27·7	4·9	*GG*	45	0 31 52	+23 27·9	6·0	*G*
12	23 18 57	+39 40·5	8·5	*OR*^{1}	46	0 33 58	+30 18·9	3·3	*G*
13	23 19 22	+41 4·5	6·5	*O*	47	0 35 13	+24 2·7	8·0	*OR*
14	23 21 42	+52 36·9	7·8	*OR*^{1}	48	0 42 3	+23 43·5	3·9	*G*
15	23 22 14	+48 57·9	9·3	*OR*	49	0 51 52	+22 52·8	4·5	*GW*
16	23 26 34	+51 51·4	7·3	*OR*^{1}	50	0 52 25	+28 27·5	6·0	*GW*
17	23 27 10	+45 20·9	7·0	*OR*^{1}	51	0 52 37	+38 56·2	6·8	*RG*
18	23 28 6	+45 34·4	7·0	*OR*^{1}	52	1 0 57	+42 29·6	9·0	*OR*
19	23 32 39	+45 35·1	3·5	*G*	53	1 4 7	+35 5·5	2·2	*GO*
20	23 34 11	+51 42·5	7·8	*R*	54	1 6 46	+44 47·0	6·5	*GG*
21	23 39 0	+28 49·8	5·2	*G*	55	1 11 15	+44 22·6	6·4	*G*
22	23 39 44	+45 42·7	7·5	*OR*	56	1 12 4	+47 9·3	7·2	*O*
23	23 41 51	+27 52·2	7·0	*OR*^{2}	57	1 16 27	+45 0·3	5·2	*G*
24	23 43 32	+27 48·5	7·5	*RG*	58	1 28 9	+35 5·6	7·2	*RG*
25	23 44 2	+44 38·0	9·5	*R*	59	1 30 56	+40 54·4	4·0	*WG*
26	23 51 44	+31 46·0	8·5	*R*	60	1 32 11	+40 40·2	8·3	*R*^{2}
27	23 53 4	+31 42·6	8·8	*OR*^{1}	61	1 52 32	+44 55·6	8·0	*R*
28	23 59 18	+43 3·1	9·4	*R*	62	1 57 45	+41 50·8	2·0	*G*
29	0 0 55	+39 51·8	6·7	*GR*	63	2 6 58	+43 45·7	5·2	*O*
30	0 1 10	+40 20·6	6·8	*GR*	64	2 11 47	+44 44·5	8·8	*R*^{1}
31	0 3 39	+39 56·3	6·8	*GR*	65	2 12 36	+49 40·9	7·2	*R*
32	0 5 36	+31 40·5	8·0	*OR*	66	2 18 57	+49 49·6	4·9	*G*
33	0 6 19	+39 50·6	7·7	*RG*	67	2 19 51	+51 36·8	9·0	*R*
34	0 7 13	+45 24·2	8·0	*OR*^{1}	68	2 25 23	+49 44·1	7·0	*OR*

Genäherte Präcessionen für 10 Jahre.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	α	
23h 0m			29	28	28	27	27	26	23h 0m	+3·2
20			29	29	29	28	28	27	20	3·3
40			30	30	30	29	29	29	40	3·3
0 0	31	31	31	31	31	31	31		0 0	3·3
20	31	31	31	31	32	32	32		20	3·3
40	32	32	32	32	33	33	33		40	3·3
1 0	32	32	33	33	34	34	34		1 0	3·2
20	32	33	33	34	35	35	36		20	3·1
40	33	33	34	35	36	36	37		40	3·0
2 0	33	34	35	35	36	37	38		2 0	2·9
20	33	34	35	36	37	38	39		20	2·7
40	34	35	36	37	38	39	41		40	2·6

2) **Antlia** *(Antlia pneumatica,* Luftpumpe) von Lacaille eingeführt, Sternbild des südlichen Himmels. Die Grenzen laufen nach der *Uranometria Argentina* von $9^h\,22^m$ bis $11^h\,0^m$ Rectascension, von — 39° 45′ bis — 23° 0′ Deklination, und zwar so, dass die nördliche Grenze bei $9^h\,22^m$ und — 23° 0′ beginnend in einer Curve, die bei $9^h\,40^m$, $10^h\,0^m$, $10^h\,20^m$, $10^h\,45^m$ die Punkte — 25° 0′, — 27° 0′, — 29° 0′, — 32° 30′ schneidet, bei $11^h\,0^m$ den Punkt — 35° 0′ trifft. Die Uranometrie enthält 85 Sterne, darunter einen Stern 4·5 ter Grösse, drei 5 ter Grösse, zwei 5·6 ter Grösse, 8 6 ter, 71 6·7 ter und 7 ter Grösse, unter welchen letzteren auch zwei Veränderliche sind, die zur Zeit des Maximums heller als 7 ter Grösse sind.

Das Sternbild wird begrenzt im Osten vom Centaurus, im Norden von der Hydra, im Süden und Westen vom Schiff Argo (Vela und Pyxis).

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4193	h 2498	9	9h 26m·2	—25° 11′	4375	h 4277	8	9h 57m·3	—28° 11
4196	*Br.* 2515		9 26·5	—31 27	4389	h 4280	9·5	9 59·0	—33 13
4208	h 4218	8·9	9 29·0	—35 57	4419	h 4287	11	10 3·8	—36 1[illegible]
4225	h 4223	10	9 31·3	—39 4	4457	h 4300	9	10 11·3	—32 4[illegible]
4226	h 4224	8	9 31·8	—30 46	4481	h 4304	8	10 15·7	—32 37
4230	h 4227	10	9 33·6	—28 47	4488	h 4309	10	10 17·5	—29 50
4232	h 2501		9 34·2	—26 18	4503	h 4313	10	10 19·0	—29 4
4235	h 4228	10	9 34·5	—31 53	4517	h 4318	10	10 21·3	—33 41
4240	h 4229	11	9 35·5	—38 29	4540	h 4321	6	10 25·0	—30 5
4262	h 4236	11·12	9 39·3	—30 18	4554	h 4325	8·5	10 27·1	—30 49
4263	h 4237	11·12	9 39·3	—30 16	4557	h 4326	—	10 27·2	—39 24
4273	h 4239	8·5	9 41·0	—38 8	4577	h 4331	11·5	10 29·5	—30 [illegible]
4286	h 4244	9·5	9 42·6	— 31 0	4582	h 4334	10	10 30·2	—34 33
4292	h 4246	7	9 43·5	—37 43	4622	h 4340	11	10 35·6	—33 54
4301	h 4249	8·5	9 44·6	—34 33	4649	h 4349	9·5	10 39·6	—39 31
4304	h 4250	10	9 45·5	—36 30	4700	h 4375	12	10 45·5	—39 [illegible]
4310	h 4253	9·5	9 46·1	— 32 51	4725	h 4381	8·5	10 49·9	—38 [illegible]
4350	h 4268	10	9 53·6	—33 49	4753	h 4391	8	10 54·4	—34 2
4358	h 4271	4	9 54·6	—35 25	4773	h 4396	10	10 56·8	—3[illegible] [illegible]
4368	h 4275	11	9 56·3	—34 13	4799	h 4402	10	11 1·4	—38 [illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2904	9h 26m·(	—29° 57'	*F, S, lE, psb M*
2973	9 37·1	—29 35	*eF, pS, * 8 f*
2997	9 41·3	—30 43	*!, vF, vL, vgvsbMN 4'', 19s·5 d*
3001	9 41·9	—29 59	*F, S, R, * 12 att 320°*
3037	9 46·9	—26 33	*F, pS, R, lb M*
3038	9 46·9	—32 18	*pB, pS, R*
3046	9 48·8	—26 52	*pF, R*
3051	9 49·5	—26 49	*pF, S, R, gb M*
3056	9 50·1	—27 59	*pB, S, R, vgmb M * 11 att 240°*
3078	9 [illegible]8·9	—26 27	*pB, S, R, mb M*
3082	9 54·5	—29 53	*vF, S, R, D * att*
3084	9 54·5	—26 40	*vF, S, R, * 13 att sf*
3087	9 54·8	—33 45	*pB, S, R, pmbM, bet 2 st*
3089	9 5[illegible]·1	—27 50	*pF, pS, R, vSst inv*
3095	9 5[illegible]·7	—31 4	*F, L, E, vgvlb M*
3100	9 [illegible]6·2	—31 11	*pB, pS, R, gpmb M*
3103	9 57·1	—31 12	*eF, pL, R*
3108	9 58·1	—31 12	*F, S, R, glb M*
3113	9 59·9	—27 58	*eF, L, △ 2 st 8 m*
3120	10 1·0	—33 44	*F, pS, R, gb M*
3125	10 2·1	—29 27	*cF, S, R, vgb M*
3132	10 2·8	—39 57	*!! ◯, vB, vL, lE, *9, M 4s d*
3137	10 4·3	—28 34	*vF, S, lE*
3157	10 7·3	—30 28	*vF, pS, E, *8·9 sp*
3175	10 10·1	—28 23	*cB, L, mE 51°, vglB M*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3223	10h 17·1m	—33° 45'	*pB, vL, vlE, pslb MN*
3224	10 17·3	—34 11	*vF, pS, R, vgmb M*
3241	10 19·8	—31 58	*F, pmE, glb M, * 11 np*
3244	10 21·1	—39 18	*vF, * 11 n 90''*
3249	10 21·9	—34 27	*eF, pL, R, vgvlb M*
3250	10 22·2	—39 26	*pB, pL, R, vgpsbM, *13, 45°*
3257	10 24·3	—35 9	*vF, vS, R, psb M,*
3258	10 24·4	—35 5	*cF, S, R, pslb M*
3260	10 24·7	—35 5	*vvF, vS, R, pslb M*
3267	10 25·4	—34 50	*eF, vS, R*
3268	10 25·4	—34 51	*F, S, R*
3269	10 25·5	—34 42	*F, S, R, b M*
3271	10 25·6	—34 51	*pF, S, E, pmb M*
3273	10 26·0	—35 6	*vF, vS, R, pslb M*
3275	10 26·4	—36 14	*F, L, vlE, pslb M*
3276	10 26·7	—39 26	*F, S, * 8 p*
3278	10 27·2	—39 26	*F, S, R, D * nf*
3281	10 27·4	—34 20	*eF, pL, E, glb M*
3289	10 29·6	—34 47	*eF, vS, R*
3302	10 31·2	—31 50	*eF, S, R*
3333	10 35·2	—35 32	*eF, vS, mE, *15 att*
3347	10 38·2	—35 50	*pF, S, mE 0° ±, vsvmb M*
3354	10 38·5	—35 51	*F, S, vlE, psb M*
3358	10 39·0	—35 52	*cF, vS, vlE, vSst att*
3378	10 42·2	—39 30	*cF, S, R, glb M*

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maxim.	Grösse Minim.	Periode, Bemerkungen
S Antliae .	9h 27m 56s	— 28° 11'·2	6·7	7·3	Min. 1888 Apr. 13 12h 38m·0 + 0d 7h 46m 48s·0 *E*, Algoltypus
R „ .	10 5 27	— 37 14·4	5·6	< 8	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	9h 32m 30s	— 24° 50'·7	6·4	*R*
2	9 32 51	— 31 43·4	6·2	*R*
3	9 33 18	— 35 38·5	6·4	*R*
4	9 52 13	— 32 56·5	6·1	*R*
5	10h 9m 31s	— 39° 51'·0	6·4	*R*
6	10 22 34	— 30 33·5	4·4	*F*
7	10 30 46	— 39 2·7	5·9	*RR*

Genäherte Präcessionen für 10 Jahre.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−23°	−27°	−31°	−35°	−39°	α	Δδ
9ʰ20ᵐ	27ˢ	26ˢ	26ˢ	25ˢ	24ˢ	9ʰ20ᵐ	−2'·5
30	27	27	26	25	24	30	2·6
40	27	27	26	25	25	40	2·7
50	28	27	26	26	25	50	2·8
10 0	28	27	27	26	25	10 0	2·9
10	28	28	27	26	26	10	3·0
20	28	28	27	27	26	20	3·0
30	28	28	28	27	27	30	3·1
40	29	28	28	27	27	40	3·1
50	29	29	28	28	27	50	3·2
11 0	29	29	29	28	28	11 0	3·2

3) **Apus** (Paradiesvogel), Sternbild des südlichen Himmels, von Bayer eingeführt. Die Grenzen sind nach der *Uranometria Argentina* 13ʰ 40ᵐ bis 18ʰ 0ᵐ in Rectascension, von 82° 30′ südlicher Deklination bis 70° 0′ bei 17ʰ 0ᵐ Rectascension und von da bis 67° 30′ südlicher Deklination. In der Uranometrie werden aufgeführt 67 dem blossen Auge sichtbare Sterne, und zwar 2 der 4ten Grösse, 1 der 4·5ten, 1 der 5ten, 4 der 5·6ten, 8 der 6ten, 49 der 6·7ten und 7ten Grösse, unter denen auch zwei Veränderliche.

Der Apus grenzt im Süden an Octans, im Westen an Chamäleon und Musca, im Norden an Circinus, Triang. Austr., Ara, Pavo, im Osten wieder an Octans und Pavo.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5710	*h* 4610	7	13ʰ 42ᵐ·7	−79° 46′	6361	*h* 4770	10	15ʰ 24ᵐ·0	−74° 34′
5736	*h* 4616	9·10	13 44·6	−70 40	6369	*h* 4773	8	15 25·1	−73 42
5761	*h* 4621	10	13 48·0	−73 20	6387	*h* 4780	9	15 30·7	−80 14
5782	*h* 4629	10	13 52·5	−77 55	6418	*h* 4787	9·10	15 34·3	−79 [illegible]
5796	*h* 4635	10	13 53·6	−78 11	6428	*h* 4790	8	15 36·5	−78 36
5844	*h* 4648	10	14 3·9	−76 52	6442	*h* 4792	7	15 36·5	−72 [illegible]
5849	*h* 4652	9	14 4·9	−75 17	6466	*h* 4801	9·10	15 43·4	−76 55
5864	*h* 4657	7	14 6·9	−75 17	6502	*Br.* 5508	8	15 48·8	−70 45
5874	*h* 4660	11	14 8·4	−72 58	6586	*Br.* 5584	6	15 55·4	−73 [illegible]
5910	*h* 4667	9	14 13·5	−73 6	6715	*h* 4860	8	16 31·6	−79 [illegible]
5925	*h* 4671	8	14 17·0	−79 39	6797	*h* 4884	8	16 48·9	−82 [illegible]
5980	*h* 4680	9·10	14 24·4	−75 11	6859	*h* 4904	8	16 56·9	−75 [illegible]
6033	*h* 4689	10	14 34·3	−78 22	6884	*h* 4914	9	17 1·2	−72 [illegible]
6058	*h* 4693	10	14 37·3	−73 3	6953	*h* 4933	9	17 15·5	−75 [illegible]
6076	*h* 4695	7	14 40·9	−74 31	6965	*h* 4937	8·9	17 18·3	−78 [illegible]
6113	*h* 4703	8	14 47·1	−78 6	7022	*h* 4954	8·9	17 26·9	−72 [illegible]
6226	*h* 4731	9	15 5·2	−77 30	6996	*h* 4947	8·9	17 27·8	−81 [illegible]
6247	*h* 4737	9·10	15 7·5	−75 55	7087	*h* 4972	10	17 40·9	−70 [illegible]
6260	*h* 4742	6	15 8·7	−75 13	7091	*h* 4974	7	17 43·5	−76 [illegible]
6265	*h* 4744	10	15 11·4	−79 51	7111	*h* 4976	9·10	17 44·5	−70 [illegible]
6287	*h* 4751	9·10	15 12·6	−74 51	7148	*h* 4987	10·11	17 53·5	−80 [illegible]
6329	*h* 4760	9	15 19·7	−77 11	7160	*h* 4988	9·10	17 53·6	−7[illegible]
6342	*h* 4764	6·7	15 20·6	−73 2	7201	*h* 5001	9	17 56·3	−7[illegible]
6325	*h* 4759	8	15 20·7	−79 53	7199	*h* 4999	8	17 57·0	−73 [illegible]
6337	*h* 4762	9	15 21·8	−79 53					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Catalogs	α	δ	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Catalogs	α	δ	Beschreibung des Objects
	1900·0				1900·0		
5612	14^h 22^m·6	−77° 57′	*vF, E, gbM, r*	6101	16^h 14·4^m	−71° 58′	⊕, *pF, L, iR, vgbM, rr, st* 14
5799	14 55·7	−72 2	*eF, S, R, bM*	6151	16 26·4	−73 2	*vF, vS,* *9 *nr*
5833	15 1·6	−72 29	*F, cS, lE, glbM, am st*	6209	16 43·1	−72 24	*vF, pL, vgvlbM*
5967	15 36·0	−75 21	*F, pL, R, vgbM*	6392	17 32·4	−69 43	*cF, S, R, glbM,* *13 *sp*

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α	δ	Grösse Maxim.	Grösse Minim.	Periode, Bemerkungen
	1900·0				
R Apodis . .	14^h 46^m 28^s	− 76° 15′·3	5·5	6·2	
S „ . .	14 59 21	− 71 40·4	9·0	<11·4	
In der Uran. Arg. werden noch angegeben					
θ Apodis . .	13 55 41	− 76 18·7	5·6	6·6	
und als wahrscheinlich veränderlich					
* Anom. . .	15 49 33	− 72 10·5	6·7	7·4	
ι Apodis . .	17 10 50	− 70 1·0	5·1	6·0	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	Name des Sterns	α	δ	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	Name des Sterns	α	δ	Grösse	Farbe
		1900·0						1900·0			
1	θ Apod.	13^h55^m41^s	− 76° 18′·7	*var*	*R*	5	β Apod.	16^h28^m48^s	−77° 19′·0	4·5	*R*
2	*R* „	14 46 28	−76 15·3	*var*	*R*	6	ι „	17 10 45	−70 1·0	5·8	*R*
3	δ_1 „	16 5 22	−78 26·5	5·2	*R*	7	Anom.	17 45 2	−81 28·6	7·0	*R*
4	δ_2 „	16 5 29	− 78 25·8	5·5	*R*						

Genäherte Präcessionen für 10 Jahre.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	67°·5	70°·0	72°·5	75°·0	77°·5	80°·0	82°·5	α	Δδ
13^h 40^m	44^s	46^s	49^s	51^s	56^s	63^s	74^s	13^h 40^m	− 3′·0
14 20	49	52	55	59	65	74	89	14 20	−2·7
15 0	53	57	61	66	73	84	102	15 0	−2·4
15 40	57	61	65	71	80	93	114	15 40	−1·9
16 20	60	64	69	76	85	99	123	16 20	−1·4
17 0	62	67	72	79	89	104	129	17 0	−0·9
17 40	63	68	73	81	91	106	132	17 40	−0·3
18 20	63	68	73	81	91	106	132	18 20	+0·3

4) **Aquarius** (Wassermann), von Ptolemäus eingeführt, Sternbild fast ganz südlich vom Aequator, indessen von 20^h 32^m bis 22^h 48^m Rectascension bis 3° nördlich vom Aequator übergreifend. Von 22^h 48^m geht die nördliche Grenze bis — 7° bei 23^h 52^m. Die südliche Grenze verläuft unregelmässig, von 20^h 32^m bei — 10° bis 21^h 12^m bei — 15°, dann nach Norden biegend bis — 8° bei

$21^h 40^m$, von hier im Bogen über $21^h 55^m$ um den Capricornus herumbiegend bis — 26° wieder bei $21^h 40^m$, dann auf dem 26. Grad südlicher Deklination mit einer Ausbiegung bis 30° bei $22^h 48^m$ fortlaufend bis $23^h 50^m$, wo dann die Grenze des Sternbildes zum nördlichen Punkt bei — 7° und $23^h 52^m$ geht. Diese unregelmässigen Grenzen sind von GOULD in der *Uranometria Argentina* wie folgt vereinfacht: Die nördliche Grenze läuft von $20^h 32^m$ bis $22^h 45^m$ auf dem Parallel 2° nördlicher Deklination, von dort bis $23^h 50^m$ auf dem Parallel — 4°; die südliche Grenze geht von $20^h 32^m$ bis $21^h 20^m$ auf dem Parallel — 15°, von $21^h 20^m$ bis $21^h 52^m$ auf — 9°, von dort bis $23^h 50^m$ auf — 25° 30'. Als Sternbild mit fast ausschliesslich südlicher Deklination sind für die folgenden Verzeichnisse diese Grenzen angenommen, es werden dadurch die Grenzen der nördlichen Sternbilder Equuleus, Pegasus, Pisces (nach Heis) wohl ein wenig verlegt, wesentliche Abweichungen aber nicht bewirkt. Hinsichtlich der südlichen Sternbilder fällt die Abgrenzung nicht ins Gewicht, weil für diese allgemein die *Uranometria Argentina* zu Grunde gelegt wurde.

Der Aquarius hat in der *Uranometria Argentina* im Ganzen 276 dem blossen Auge sichtbare Sterne, nämlich 2 Sterne der 2·3 ten Grösse, 1 der 3 ten, 2 der 3·4 ten, 9 der 4 ten, 7 der 4·5 ten, 14 der 5 ten, 19 der 5·6 ten, 42 der 6 ten, 179 der 6·7 ten Grösse, worunter zwei veränderliche Sterne und ein Nebelfleck. Heis zählt dagegen folgende Sterne: 5 der 3 ten, 11 der 4 ten, 31 der 5 ten, 98 der 6 ten Grösse und 1 Sternhaufen, in Summa also 146 Objekte, sodass in der *Uranometria Argentina* 130 Sterne mehr aufgeführt sind, von denen die weitaus grösste Zahl unter den in der Uranometrie als 6·7 ter, 6·8 ter, 6·9 ter, 7·0 ter Grösse angegebenen sind.

Der Aquarius grenzt im Süden an Capricornus, Piscis Austr., im Osten an Cetus, im Norden an Pisces, Pegasus, Equuleus, Delphinus, im Westen an Aquila und Capricornus.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8669	h 920	9	$20^h 33^m·8$	+ 1°41'	—	β 368	8·0	$21^h 2^m·1$	— 8°[illegible]
8671	h 2984	5·6	20 34·3	+ 0 8	—	β 473	9·0	21 2·5	—10 [illegible]
8680	h 611	10	20 35·1	—13 40	—	β 837	8·4	21 3·7	— 0 11
8694	Σ 2706	8·3	20 36·0	— 1 27	8916	h 930	11	21 5·2	— 9 4
—	β 267	9	20 36·5	— 4 46	8929	Σ 2770	8·0	21 6·4	— 3 [illegible]
8699	h 921	10	20 36·5	— 4 51	8933	Σ 2768	7·5	21 6·7	— 6 13
8724	h 923	13	20 38·9	+ 0 28	8957	Σ 2775	7·0	21 9·5	— 1 13
8729	h 924	10	20 39·4	— 5 33	8963	Σ 2778	8·5	21 10·5	— 1 [illegible]
8738	h 925	10	20 40·1	— 8 30	8972	Σ 2781	8·7	21 11·4	— 8 5
8758	h 2997	10	20 42·7	—13 24	—	β 161	9	21 12·0	— 5 [illegible]
8817	h 5514	12	20 50·6	—15 26	8990	H h 726	—	21 13·4	— 7 [illegible]
8822	h 927	9	20 51·3	— 1 57	9010	h 280	—	21 16·0	—12 44
—	β 1034	6·0	20 51·5	—10 5	9015	h 934	10	21 16·3	— 9 11
—	β 764	9·5	20 53·4	— 9 45	9019	Σ 2787	7·7	21 16·7	— 1 27
—	β 678	8·5	20 55·4	— 8 44	9031	Σ¹ 2591	8·1	21 18·6	— 7 [illegible]
8865	Σ 2745	6·2	20 58·8	— 6 13	9032	h 5517	—	21 18·8	—13 [illegible]
8872	h 5244	9	20 59·4	— 4 54	—	β 272	8	21 18·9	—13 [illegible]
—	β 157	7	21 1·6	—14 19	9049	OΣ 439	7	21 20·4	— 1 [illegible]
8893	Σ 2755	7·0	21 2·4	— 0 35	—	β 72,684	9·0	21 24·8	— 3 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9080	h 936	8	$21^h\,26^m{\cdot}3$	−6° 1′	9480	h 3100	9·1	$22^h\,11^m{\cdot}4$	−11° 43′
—	β 73	—	21 26·3	−6 1	9483	h 3102	9·1	22 11·5	+1 17
9085	h 3031	9·10	21 26·5	+1 14	9484	h 5324	8	22 11·8	−24 13
—	β 165	8·5	21 29·0	−3 54	9492	Σ 2887	9·3	22 12·2	−1 12
9116	h 3039	9	21 30·8	+0 14	9498	h 3104	10	22 12·8	−17 36
9127	h 1662	10	21 32·3	−8 12	9501	Σ 2892	8·8	22 14·0	−11 17
9128	h 1663	10	21 32·3	−8 12	9512	h 5329	10	22 15·8	−4 4
9131	Σ 2809	6·4	21 32·4	−0 50	9517	h 3106	4·5	22 16·5	−1 53
9143	Σ 2811	6	21 33·4	−0 41	9536	Σ^1 2705	6	22 18·9	−5 21
—	β 1212	6·5	21 34·4	−0 31	—	β 172	6	22 18·9	−5 21
9167	h 942	11	21 36·1	−9 7	9558	h 3113	10	22 20·7	−12 53
9172	h 5519	11	21 36·4	−8 43	9560	Σ^1 2711	5·0	22 21·1	−17 15
9178	h 3049	10	21 36·7	+1 17	9562	σ 753	8	22 21·7	−9 0
9179	Σ 2817	8·0	21 36·8	−0 6	9565	Σ 2904	9·5	22 22·0	−2 17
9196	h 3052	11	21 38·7	+2 3	9563	h 1764	8	22 22·1	−7 45
9216	h 5520	11	21 40·8	−4 0	9566	h 3114	8·9	22 22·4	−17 48
9218	h 5521	10	21 41·0	−4 1	9576	R (16)	—	22 23·6	−3 16
9226	Σ 2825	7·5	21 41·8	+0 23	9580	Σ 2909	4·0	22 23·7	−0 32
9236	h 1691	9	21 43·3	−6 43	9579	Σ 2907	8·0	22 23·8	−10 27
9250	h 945	11	21 46·2	−4 26	—	β 174	8·5	22 24·0	−10 11
9252	h 946	11	21 46·2	−4 26	—	β 478	10·0	22 24·2	−7 50
—	β 840	8·7	21 47·2	−2 12	—	β 76	8·5	22 24·5	−0 44
9283	Σ 2838	6·2	21 49·4	−3 47	—	β 1264	7·8	22 25·1	−0 23
—	β 693	8·0	21 51·0	−7 28	9597	Σ 2913	7·7	22 25·3	−8 38
9325	Σ 2847	7·6	21 52·9	−3 58	9608	Σ 2914	8·0	22 27·2	−11 26
9331	h 3074	9	21 53·2	−2 18	—	β 77	8	22 28·9	−2 19
9338	h 3078	10	21 54·0	+0 48	—	β 770	8·5	22 28·9	−23 7
9350	h 3080	10	21 56·7	+2 5	9629	h 5345	9·5	22 29·7	−5 33
9351	Σ^1 2654	7·3	21 57·0	−17 27	9640	Σ 2921	9	22 31·0	−0 22
9378	h 1720	11	22 0·2	−5 55	9642	h 3123	10	22 31·4	−22 11
9379	Σ 2855	7·8	22 0·2	−1 55	9644	Hh 769	—	22 31·8	−22 41
9380	h 3086	10	22 0·4	−18 35	9657	h 5529	—	22 32·6	−4 44
9384	OΣ 460	7	22 0·5	+1 16	9664	h 3126	9	22 33·2	−21 8
9385	Σ^1 2660	8	22 0·6	−0 49	9666	h 5355	8	22 33·2	−14 37
9407	h 3091	10	22 3·3	+1 54	9670	Σ 2928	8·7	22 34·2	−13 7
—	β 170	8·5	22 3·6	−13 58	9672	h 3128	8	22 34·6	−19 43
9410	h 3092	9·10	22 4·0	−18 57	9679	h 3129	8	22 35·2	−21 28
9415	h 954	12	22 4·3	−5 3	9688	h 3132	10·11	22 35·9	+0 22
9424	h 5526	11	22 5·2	+1 7	—	β 709	8·5	22 36·3	−3 4
9434	Σ 2871	8·9	22 6·1	−1 44	9697	Σ^1 2742	7·5	22 36·9	−5 37
9441	h 3095	10	22 6·6	−17 38	9698	h 3135	8	22 37·2	−21 28
9444	h 1740	11·12	22 6·7	−7 59	9706	Σ 2935	7·5	22 37·8	−8 50
9445	Σ^1 2675	8·4	22 6·7	−1 55	9707	Σ 2936	7·0	22 37·9	+0 42
—	β 475	7·5	22 7·3	−8 30	9708	Hh 774	—	22 38·1	−5 23
—	β 1215	9·0	22 7·9	−11 40	9719	Σ 2937	8·9	22 39·7	−4 30
9456	Σ 2875	8·6	22 8·5	−8 19	9721	Σ 2938	8·5	22 39·9	−3 11
9457	Hh 753	—	22 8·8	−21 35	9724	Σ 2939	8·0	22 40·1	−10 10
—	β 171	8	22 9·0	−21 32	9740	Σ 2943	5·0	22 42·4	−14 35
9478	h 5322	10	22 10·9	−3 25	9742	Σ 2944	7·9	22 42·7	−4 45
9479	Σ 2885	8·8	22 11·0	−8 12	9749	h 3145	10	22 43·3	−16 6

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 1219	8·7	22h 43m·6	− 11° 36′	—	β 182	8	23h 11m·9	− 14° 21′
9752	*h* 970	11	22 43·8	+ 1 5	9982	Σ 2998	5·0	23 13·8	− 14 0
9755	*Hh* 781	—	22 44·2	− 14 7	9986	*h* 5394	6	23 14·2	− 5 40
9758	*h* 3146	9·10	22 45·4	− 21 12	9997	*h* 3184	8	23 15·6	− 19 6
—	β 177	7·5	22 47·0	− 22 14	10010	*h* 310	10	23 17·2	− 12 31
9779	*h* 3148	9	22 47·4	− 15 45	10020	Σ 3008	7·6	23 18·6	− 9 0
9792	*h* 3151	12	22 48·8	− 12 24	10021	*h* 1874	11	23 18·7	− 7 45
9796	*Hh* 783	—	22 49·5	− 12 1	10027	*h* 5398	—	23 20·1	− 17 47
9797	*h* 3152	9	22 49·7::	− 9 55	10029	*h* 3192	9·10	23 20·5	− 17 28
—	β 178	6	22 50·0	− 5 32	10033	*h* 3193	9	23 21·1	− 12 11
—	β 1010	8·5	22 50·8	− 6 7	10042	*h* 3194	11	23 22·1	− 18 9
9817	*h* 3155	9·10	22 51·8	− 21 42	10058	Σ 3016	9·0	23 23·8	− 7 11
—	β 713	10·0	22 51·9	− 3 47	10064	*h* 3197	10	23 24·9	− 17 50
9835	Σ 2962	8·1	22 53·8	− 8 45	10087	*h* 3200	11	23 28·7	− 20 5
9842	Σ 2964	8·2	22 54·5	− 4 54	—	β 387	8·0	23 29·2	− 10 16
—	β 179	8·5	22 56·9	− 22 48	10092	*h* 3201	10	23 29·8	− 22 20
9861	Σ 2970	8·5	22 57·1	− 11 51	—	β 81	8	23 30·0	− 12 6
—	β 384	7·0	22 57·3	− 18 59	10094	*h* 3202	9	23 30·0	− 19 7
—	β 481	9·0	22 57·6	− 11 47	10102	*h* 3205	10	23 30·6	− 14 20
9865	*h* 3160	12	22 57·9	− 16 5	—	β 721	9	23 31·1	− 7 40
9877	*h* 3164	6	22 59·9	− 17 38	10108	*h* 3206	9	23 31·8	− 23 14
9886	*h* 3166	13	23 1·2	− 22 22	10111	Σ′ 2835	6·2	23 32·5	− 13 37
9889	*h* 978	9	23 1·5	− 4 44	10123	*h* 5410	10	23 33·9	− 24 16
9890	*h* 5384	8·5	23 1·6	− 15 30	10127	*h* 990	8·9	23 34·6	− 5 13
9892	*h* 3169	11	23 1·9	− 21 14	10140	*h* 5413	5·5	23 36·6	− 18 20
9902	*h* 3171	9·10	23 2·8	− 13 36	—	β 279	5	23 37·5	− 15 5
9910	Σ′ 2789	8·7	23 3·6	− 9 21	—	β 725	7·0	23 37·6	− 11 53
9913	Σ 2980	7·9	23 4·0	− 7 51	10154	*h* 3210	8	23 38·2	− 22 16
9914	Σ 2981	9·0	23 4·3	− 9 22	10166	Σ′ 2846	6·7	23 40·8	− 19 14
9915	*h* 3173	10	23 4·6	− 20 23	—	β 726	8·5	23 41·0	− 13 15
9920	*h* 3174	10	23 4·9	− 8 37	10172	*h* 3213	11·12	23 41·9	− 17 18
9927	*Hh* 791	—	23 6·0	− 7 23	10174	*h* 3214	10	23 41·9	− 9 55
9936	Σ 2988	7·5	23 6·8	− 12 28	10176	*h* 3215	11	23 42·0	− 17 31
9938	*h* 305	11	23 6·8	− 13 23	10189	*h* 3218	10	23 44·6	− 22 34
—	β 181	7	23 8·6	− 13 57	10197	*h* 3219	9	23 46·0	− 19 38
9950	*h* 3178	12	23 8·8	− 21 39	10223	*h* 3225	8·9	23 49·5	− 23 33
9952	Σ 2993	7·8	23 8·8	− 9 28	—	β 729	8	23 50·6	− 18 11
—	β 714	7	23 9·0	− 3 11	10231	*h* 5433	8	23 50·6	− 18 11
—	β 715	7	23 9·5	− 11 14	10234	*Sacchi*	—	23 51·2	− 10 1
—	β 716	9·10	23 10·3	− 9 37	10235	Σ 3046	8·5	23 51·3	− 10 [illegible]
9963	Σ′ 2804	4·0	23 10·6	− 9 38	10236	*h* 5435	9	23 51·3	− 16 4
—	β 1220	4·0	23 10·6	− 9 38	10238	*h* 3227	10	23 51·4	− 15 [illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6945	20h 33m·7	− 5° 20′	*pF, vS, R, mbM*	7047	21h 11m·3	− 1° 14′	*eF, vS, bi Npf*
1328′	20 36·2	−20 0	*F, S, vF** nahe	7051	21 14·5	− 9 12	*vF, R, gbM, ** *nr*
1330′	20 40·7	−14 23	*F, vS, dif*	1371′	21 15·0	− 5 18	*F, S, dif, gbM, r*
6959	20 41·8	+ 0 4	*vF*	1372′	21 15·0	− 6 2	*vF, vS, R, dif, *14 sf*
6961	20 42·1	0 0	*eF, vS*	1373′	21 15·5	+ 0 40	*F, vS, R, sbM*, 2 andere südl.
6962	20 42·2	− 0 2	*cF, S, R, bM*				
6963	20 42·2	+ 0 10	*neb* * 13 *m*	1374′	21 16·0	+ 1 17	*vF, vS, lbM*
6964	20 42·3	− 0 4	*F, vS, R, bM, *14 sf ½′*	1376′	21 19·4	− 6 11	—
6965	20 42·3	+ 0 4	*vF, vS*	7065	21 21·5::	− 7 26	*vF, sbM*
6966	20 42·3	0 0	*eF, vS*	1381′	21 22·4	− 1 38	*F, vS, R, bM*
1331′	20 42·4	−10 21	*F, S, bM, r*	1383′	21 22·5	− 1 33	*F, vS, R, stell*
6967	20 42·4	+ 0 3	*eF, vS, *10 50″ f*	1384′	21 22·7	− 1 47	*vF, vS, R*
6968	20 43·1	− 8 44	*F, S, R, gbM, F* inv*	7069	21 22·9	− 2 5	*vF, S, R, stell*
1332′	20 46·3	−14 5	*F, vS, R*	1385′	21 23·7	− 1 30	*pB, vS, R*
6973	20 46·8	− 6 16	*vF, S, r*	1387′	21 24·4	− 1 46	*pB, vS, iF*
6975	20 47·1	− 6 14	*vF, S,* ? = 6976	1388′	21 24·8	− 1 6	*eF, vS, 2 st nf*
6976	20 47·1	− 6 8	*eF, iR*	7077	21 24·9	+ 1 58	*F*
6977	20 47·2	− 6 7	*vF, S, iR*	7081	21 26·3	+ 2 3	*F, S, R, mbM, *14 s*
6978	20 47·3	− 6 5	*vF*	1390′	21 27·2	− 2 18	*F, vS, R, bM*
6980	20 47·6	− 6 12	*vF, S, r*	7088	21 28·2	− 0 50:	*eF, eL, dif, Epf*
6981	20 48·0	−12 55	⊕, *pB, pL, R, gmCM, rrr*	7089	21 28·3	− 1 16	!! ⊕, *B, vL, gpmbM, rrr, st eS*
6985	20 50·5	−11 28	*eF, vS, iR*	1391′	21 29·9	− 0 57	*vF, S, dif*
6994	20 53·5	−13 2	*Cl, eP, vlC*	7108	21 35·6	− 7 13	*vF, S, R, stell*
1341′	20 54·7	−14 23	*F, vS, R, lbM*	7111	21 36·6	− 7 10	*eF, eS, R, bM*
1342′	20 54·9	−14 53	*vF, vS, Epf, lbM*	1397′	21 38·8	− 5 21	*F, vS, stell*
1343′	20 55·6	−15 48	*pB, vS, R, mbM*	7120	21 39·3	− 6 59	*vF, S, vlE*
1344′	20 55·8	−13 46	*pB, pL, iF, sbM*	7121	21 39·7	− 4 4	*vF, vS, R, vlbM*
1345′	20 55·9	−13 47	*vF, S, R, vlbM*	7122	21 40·5	− 9 17	*Nebul.* *10·11 od. *vSCl*
7001	20 56·0	− 0 35	*eF, S, E* 0°	1401′	21 41·9	+ 1 14	*pB, pS, r*
1346′	20 56·2	−14 16	*pB, vS, R, gbM*	1403′	21 45·3	3 11	*eF, S, F* att, v diffic.*
1347′	20 56·2	−13 42	*pB, R*	1405′	21 45·8	+ 1 33	*pB, vS, R, bM*
1348′	20 56·2	−13 45	*F, vS, R, bM*	1406′	21 46·0	+ 1 31	*F, vS, R stell*
1349′	20 56·3	−13 39	*vF, vS, R, lbM*	1409′	21 48·0	− 7 58	*eF, S, iF*
1350′	20 56·4	−14 15	*F, S, iF, lbM, r*	1410′	21 50·8	− 3 22	*pF, vSN*
1351′	20 56·4	−13 36	*F, vS, R, lbM*	1411′	21 50·9	− 1 59	*F, vS, R, vlbM*
1352′	20 56·4	−13 47	*pB*	1413′	21 53·2	− 3 35	*F, S, stell*
1353′	20 56·5	−13 40	*vF, vS, R*	7164	21 53·5	+ 0 57	*eF, R, 4vF stn*
1354′	20 56·5	−14 9	*F, vS, R, bM*	1415′	21 53·7	+ 0 52	*eF, *9·5 sf 8′*
1355′	20 56·5	−13 34	*F, vS, R, bM*	1416′	21 54·5	+ 0 58	*eF* Spur von Nebel
7006	20 56·5	−13 16	*Cl, S, P (? neb)*	1417′	21 54·9	−13 37	*pB, pL* der dichtere Theil
7009	20 58·7	−11 45	!!!, ◯, *vB, S,* elliptisch				
7010	20 59·3	−12 53	*eF, pL, R, r*	7171	21 55·6	−13 45	*vF, cL, E* 124°, *vgbM*
1357′	21 0·5	−11 7	*vF, vS, iF, vlbM*	7180	21 56·7	−21 2	*vF, S, R, lbM*
1362′	21 7·0	+ 1 55	*vF, vS, R, *14 nf*	7181	21 56·7	− 2 27	*eF, vS, stell*
1366′	21 9·2	+ 1 22	*F, S, iR, bet 2 st* 11 und 13	7182	21 56·7	− 2 41	*eF, vS, stell*
1368′	21 9·3	+ 1 55	*eeF, S, R, v diffic.*	7183	21 56·8	−19 23	*vF, pL, E* 90°, *lbM*
1370′	21 10·2	+ 1 46	*vF, vF st inv*	7170	21 57·1	− 5 56	*vF, pS, iR, bMN, ** *p* 36s

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7184	21ʰ 57ᵐ·1	−21° 17′	pB, pL, mE 64°, bet 3 st, er
7185	21 57·4	−20 57	vF, pL, iR, vglbM
7188	21 57·6	−20 49	eF, pS, E, lbM
1419′	21 57·6	−10 23	eF, slbM
7189	21 58·2	+ 0 6	F, S, lE
1426′	21 58·5	−10 23	F, S, iF, lbM
7198	22 0·1	− 1 8	eF, vS, stell
7211	22 2·1	− 8 35	eF, S, stell
1430′	22 3·1	−14 4	F, S, vlbM, diffic.
1431′	22 3·3	−14 2	eF, v diffic, F*np
7215	22 3·4	+ 0 1	vF, S, E
7218	22 4·8	−17 8	pB, lE, r
7220	22 5·1	−23 29	eF, vS, vlE, gbM, *10 n 3′
7222	22 5·8	+ 1 37	vF, S
1433′	22 6·8	−13 15	F, S, Epf, bM
1435′	22 7·9	−22 35	F, S
1436′	22 8·6	−10 41	eF, vS, R, vSN
7230	22 8·8	−17 34	vF, S, R, bM
1437′	22 10·7	+ 1 34	pB, vS, R, mbM
1438′	22 10·9	−21 55	F, biN
7239	22 10·9	− 5 32	eF, vS
1439′	22 11·2	−21 59	vF, S, vlbM
1440′	22 11·2	−16 30	vF, stell
7246	22 12·3	−16 4	vF, S, vlE, vgbM, *13 n
7247	22 12·6	−24 14	pF, vS, R, lbM, B ⁑ p 13″
1443′	22 13·5	−21 26	pB, S, iF, mbM
7251	22 15·2	−16 16	F, pS, R, gpmbM
7254	22 16·6	−22 14	vF, vS, R, *11 p
7255	22 16·6	−16 4	eF, L, mE 30°, sbMN
7257	22 17·0	− 4 32	F, vS, lE
7256	22 17·2	−22 24	3 F st in F neb
7260	22 17·4	− 4 37	eF, pS, iR
7266	22 18·4	− 4 29	F, vS, R, alm stell
7269	22 19·6	−13 43	eF, pS, R, glbM
1445′	22 20·1	−17 45	pF, vS, gbMN
7287	22 23·1	−22 39	eF, nebs D*
7288	22 23·1	− 3 24	vF, eS, stell
1446′	22 24·0	− 1 43	vF, stell
7293	22 24·3	−21 21	! pF, vL, E or bi N
1447′	22 25·0	− 5 39	eeF, pS, R, *9·0 n 3′
7298	22 25·5	−14 42	vF, pL, iR
7300	22 25·6	−14 31	vF, eS, E, vglbM
7301	22 26·5	−18 6	vF, pS, lE, lbM
7302	22 27·0	−14 38	F, pS, R, vsbMSN
7308	22 28·5	−13 30	pB, vS, R
7309	22 29·1	−10 53	vF, pS, R, glbM, r
7310	22 29·2::	−23 2	vF, pS, R, bMN
1448′	22 29·2	−13 27	vF, vS, diffic
1449′	22 29·9	− 9 17	F, S, iF, bM, r

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7341	22ʰ 33ᵐ·6	−23° 13′	::pF, pS, E, lbM
7344	22 34·4	− 4 41	pF, vS, R
7349	22 36·1	−23 25	eF, vS, E 175°, biN, bn
7351	22 36·3	− 4 58	pF, pS, R, bM, r
7364	22 39·3	− 0 41	F, S, R, psbM
7365	22 39·5	−20 28	vF, eS, R, gbMN, *11 nf 4′
7359	22 40·2	−24 14	pF, vS, pmE, bMN
7371	22 40·8	−11 31	vF, pL, R, lbM
1451′	22 40·9	−10 54	vF, S, dif, vS, excent N
1453′	22 41·6	−14 58	pB, pL, R
7377	22 42·4	−22 49	pB, S, vlE, vgmbM, *12 [illegible]
7378	22 42·5	−12 20	vF, pL
7381	22 43·6	−20 16	eF, vS, R, gbM
7392	22 46·4	−21 8	pB, pS, lE 120°, mbM
7393	22 46·4	− 6 5	vF, pL, lE, vgbM, r
7399	22 47·8	− 9 46	eF, pL
7406	22 48·8	− 7 5	F, S, lE
1456′	22 50·0	−13 16	vF, vS
1457′	22 50·2	− 6 5	eF, *10 sf 1′
7416	22 50·5	− 6 2	F, pL, pmE, vgbM
1458′	22 51·5	− 7 55	vF, pL, dif
7425	22 51·5	−11 28	eF, vlE, *10 p
1463′	22 54·1	−11 4	Neb *14 m
7441	22 54·5	− 7 35	vF, pS, iR, *10 p [illegible]
7443	22 54·9	−13 20	F, vS, vlE, smbM, r
7444	22 54·9	−13 21	F, vS, vlE, smbM, r
7450	22 55·6	−13 27	vF, S
7453	22 56·2	− 6 53	B, vS, *11 np nahe
1464′	22 58·0	− 9 42	F, r, D?
7471	22 58·5	−23 26	eF, vS, lE 85°, sbM, 3 st 10 p 20″
7481	23 0·6	−20 29	vF, vS, R, gbM
1469′	23 1·2	−14 14	F, S, R, F*f
7491	23 2·9	− 6 30	vF, S, R, vlbM
7492	23 3·1	−16 9	eF, L, bet 2 D st
1471′	23 3·5	−13 11	pB, S, R, bM
7502	23 5·6	−22 18	eF, vS, E 290° [illegible] F*
7520	23 8·4	−24 20	F, pS, bet 2 st
7522	23 8·6	−23 26	eF, vS, iR, *10 nf
7526	23 8·7	− 9 44	eF, vS
7573	23 12·0	−22 43	eF, S, iR, bmp, *10 p
1477′	23 12·0	− 7 28	F, S, r
7576	23 12·2	− 5 17	F, S, smbM
7585	23 12·9	− 5 12	pB, pS, iR, gbN
7592	23 13·2	− 4 58	eF, vS
7596	23 13·2::	− 7 28	vF, pS, lE 0°, lbN
1479′	23 13·6	−10 47	pF, S, R stell
7600	23 13·7	− 8 8	eF, S, R, psmbN
7606	23 13·9	− 9 2	pF, eL, pmE 0° [illegible]

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0		δ 1900·0		Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0		δ 1900·0		Beschreibung des Objects
7646	23h	18·m5	−12°	33′	vF, vS, E 260° (neb?), *9 n 3′·6	7721	23h	33m·7	−7°	4′	pF, cL, E 12° ±, vgbM
						7723	23	33·8	−13	31	cB, cL, E, gmbM, r
7656	23	20·5	−19	38	vF, vS, R, bMN	7724	23	33·9	−12	47	eF, pL, iR
1489′	23	21·4	−13	4	F, vS, R, *9 südlich	7725	23	34·4	−5	11	eeF
7663	23	21·5	−5	18	vF	7727	23	34·7	−12	51	pB, pL, iR, mbM
7665	23	22·1	−9	58	eF, S, stell	7730	23	36·2	−20	47	pB, pL, E
7666	23	22·3	−4	44	vF	1505′	23	36·3	−4	7	eeF, pS, R, 3 st f, diffic
1490′	23	23·9	−4	41	eF, pS, R, vF * n nahe	7736	23	37·5	−20	1	eF, eS, gbM, bet 2 st 12
1491′	23	24·2	−16	52	F, S, R	1509′	23	42·1	−15	52	F, S, E ns, gbM
1494′	23	25·6	−13	17	F, R, lbM	7754	23	42·5	−17	11	eF, vS
1495′	23	25·6	−14	2	F, S, lbM	7759	23	44·0	−17	6	vF, S, R, lbM, B * n
7692	23	25·6	−6	9	Neb, *9 f, 18s, 73″ s	7761	23	44·5	−13	57	F, vS, R, gbM, *10 p
1498′	23	26·7	−5	33	eeF, pS, R, *9·5 p 36s, 3′ s	7763	23	45·5	−17	10	eF, vS, R, F * f
1499′	23	26·8	−14	0	pB, pL, iF	7776	23	47·6	−13	57	eF, vS, lE, gbM
7709	23	30·5	−17	16	pF, S, R, lbM	1514′	23	49·1	−14	9	vF, S, excent N
7719	23	33·5	−23	33	eF, vS, R						

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α 1900·0			δ 1900·0		Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
F Aquarii .	20h	39m	9s	−5°	12′·0	8·8	< 13	
[illegible] „ .	20	41	10	−4	26·9	8·0	9·6?	1888 Oct. 14 + 381d E
[illegible] „ .	20	41	46	+2	4.2	8·1	9·3	1891 Jan. 27 + 240d E
[illegible] „ .	20	44	40	−5	31·1	6·7—8·7	12·4—13·0	1861 Nov. 16 + 203·3 E + + 8 sin (7°·5 E + 255°·)
[illegible] „ .	21	57	52	−17	6·5	9·5—10	14?	1875 Aug. 4 + 258· E?
[illegible] „ .	22	13	9	−21	24·0	8·8	13	1895 Juni 20 + 311 E
[illegible] „ .	22	51	45	−20	52·6	7·7—9·1	< 12·5	1859 Dec. 16 + 279·7 E
[illegible] „ .	23	38	39	−15	50·3	5·8—8·5	11?	1811 Nov. 30 + 387·16 E + 35 sin (10° E + 235°·)

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0			δ 1900·0		Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0			δ 1900·0		Grösse	Farbe
1	20h	31m	31s	−2°	53′·2	5·4	G	13	21h	6m	51s	−6°	13′·3	7·8	G
2	20	33	11	+0	39·9	8·3	G	14	21	8	47	+0	16·7	9·3	G
3	20	35	0	−3	0·2	7·0	G	15	21	9	47	−5	57·8	7·0	OR
4	20	41	52	−2	50·9	6·8	GR	16	21	10	26	−2	57·4	8·8	R
5	20	42	28	−5	23·6	4·2	G	17	21	17	21	−6	3·7	7·0	OR
6	20	44	9	−0	55·8	6·8	RG	18	21	17	39	−2	57·7	9·1	G
7	20	44	40	−5	31·1	var	OR	19	21	21	10	−2	7·3	8·8	RG
8	20	52	5	+0	4·9	6·8	G	20	21	23	9	−3	18·9	7·3	G
9	20	56	26	−4	31·5	7·3	R¹	21	21	26	18	−6	0·6	3·5	G
10	20	58	18	−2	42·6	7·4	G	22	21	33	28	−4	36·5	7·7	GO
11	21	2	26	−0	33·0	7·2	G	23	21	41	21	−2	40·5	6·8	GG
12	21	3	41	−5	59·2	7·0	G	24	21	45	0	+0	29·8	9·5	G

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
25	$21^h51^m\ 7^s$	$-\ 5°13'·7$	8·0	*OG*	42	$22^h47^m25^s$	$-\ 8°\ 6'·7$	4·2	*O*
26	22 0 38	− 0 48·4	2·8	*R*	43	22 49 28	−16 48·1	5·6	*R*
27	22 4 25	− 2 30·8	8·7	*R*²	44	22 51 45	−20 52·7	*var*	*R*¹
28	22 6 57	−11 33·6	7·3	*R*³	45	22 54 20	−13 36·4	6·5	*G*
29	22 8 13	− 0 14·6	7·4	*G*	46	23 8 34	−13 56·1	6·8	*GR*
30	22 8 39	− 4 56·9	7·3	*GR*	47	23 9 8	− 6 35·2	5·0	*GO*
31	22 11 27	−13 19·8	6·0	*G*	48	23 9 28	−11 13·9	6·3	*R*
32	22 16 7	−22 6·2	5·7	*R*	49	23 10 39	− 9 37·9	5·0	*GW*
33	22 21 4	−14 37·5	8·5	*RG*	50	23 11 40	− 8 16·3	5·5	*O*
34	22 29 23	+ 0 50·6	(11)	*R?*	51	23 12 42	− 9 43·7	5·5	*R*
35	22 29 30	+ 0 6·1	7·5	*RG*	52	23 13 13	−19 22·9	*var*	*RG*
36	22 36 54	− 5 36·8	6·7	*GR*	53	23 13 52	−13 59·7	5·3	*G*
37	22 38 12	−19 21·2	5·1	*R*	54	23 16 2	−13 48·9	7·3	*O*
38	22 42 11	−10 7·9	5·4	*O*	55	23 20 48	−21 11·4	5·5	*R*
39	22 42 24	−14 35·0	6·2	*R*	56	23 36 24	−18 34·7	5·3	*R*
40	22 42 59	+ 0 49·0	8·5	*G*	57	23 38 39	−15 50·3	*var*	*OG*
41	22 44 18	−14 7·1	4·0	*O*					

Genäherte Präcessionen für 10 Jahre.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	0°	−4°	−8°	−12°	−16°	−20°	−24°	α	Δδ
20^h30^m	31^s	31^s	32^s	33^s	34^s	35^s	35^s	20^h30^m	+2·0
21 0	31	31	32	33	34	34	35	21 0	+2·3
30	31	31	32	32	34	34	34	30	+2·6
22 0	31	31	32	32	33	33	34	22 0	+2·9
30	31	31	31	32	33	33	33	30	+3·1
23 0	31	31	31	31	32	32	32	23 0	+3·2
30	31	31	31	31	31	31	31	30	+3·3
0 0	31	31	31	31	31	31	31	0 0	+3·3

5) **Aquila** (Adler) mit dem Antinous, Sternbild des Ptolemäus, gerade vom Aequator durchschnitten, beginnt nach Heis bei $18^h\ 35^m$ Rectascension, abgesehen von einer durch den Schwanz der Schlange zwischen 3° und 6° nördlicher Deklination bis $18^h\ 54^m$ laufenden Einbiegung, und endet am Aquarius bei $20^h\ 32^m$. Die unregelmässigen Grenzen gehen wie folgt: die nördliche vom 12. Grad nördlicher Deklination bis zum 20ten bei $18^h\ 54^m$, dann in einem flachen Bogen südwärts bis 15° nördlicher Deklination und wieder bis 20° nördlicher Deklination bei $20^h\ 20^m$; die südliche vom 3ten Grad südlicher Deklination bis zum 12ten Grad, dann fast auf gleichem Parallel bis $20^h\ 0^m$, sodann nach dem Punkte $20^h\ 34^m$ und − 4°. Die östliche Grenze läuft in einem Bogen um den Delphin, den man durch die Punkte $20^h\ 34^m$, $20^h\ 20^m$, $20^h\ 8^m$, 20^h [illegible] und − 4°, + 4°, + 10°, + 20° ziehen kann. Nach Heis haben wir folgende dem blossen Auge sichtbare Sterne: 1 Stern 1·2ter Grösse, 4 Sterne 3ter, 1 Stern 3·4ter, 2 Sterne 4ter, 4 Sterne 4·5ter, 9 Sterne 5ter, 24 Sterne 5·6ter, 33 Sterne 6ter und 44 Sterne 6·7ter Grösse, im Ganzen 123 Objekte unter denen ein veränderlicher Stern. In der *Uranometria Argentina*, welche aber mit + 10° abgrenzt, kommen 146 Sterne vor, und zwar 1 Stern 1ter, 1 Stern

3ter, 2 Sterne 3·4ter, 2 Sterne 4ter, 2 Sterne 4·5ter, 1 Stern 5ter, 13 Sterne 5·6ter, 20 Sterne 6ter, 103 6·7ter und 7ter Grösse und zwei Veränderliche. Die den folgenden Verzeichnissen zu Grunde gelegten Grenzen werden durch nachstehende Punkte festgestellt. $18^h 36^m$ bis $18^h 52^m$ auf + 2°, von $18^h 52^m$ bis $18^h 44^m$ auf + 7°, von $18^h 44^m$ bis $19^h 20^m$ auf + 18°, von $19^h 20^m$ bis $20^h 20^m$ auf + 16°, von $20^h 20^m$ bis $20^h 32^m$ auf + 2°, ferner im Süden von $18^h 36^m$ bis $18^h 52^m$ auf − 4°, von $18^h 52^m$ bis $20^h 0^m$ auf − 12°, von $20^h 0^m$ bis $20^h 32^m$ auf − 9°. Dadurch werden einige geringe Theile der angrenzenden Sternbilder, im Westen Hercules, Serpens, Scutum, im Süden Sagittarius, Capricornus, im Osten Aquarius, Delphinus, im Norden Sagitta hineinbezogen. Der veränderliche Stern *R* Delphini fällt so in die Grenzen des Aquila, er ist aber, seiner eingeführten Bezeichnung wegen hier nur im Verzeichniss der farbigen Sterne aufgenommen, wird als Veränderlicher dagegen unter Delphinus angeführt.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7520	*h* 865	11	$18^h 36^m·7$	+ 0° 45′	7679	*h* 5506	11	$18^h 55^m·1$	+ 9° 53′
7539	*h* 5501	10	18 39·5	− 1 6	7683	Σ 2426	7·4	18 55·4	+12 45
7557	Σ 2379	6·5	18 41·3	− 1 4	7685	Σ 2428	8·4	18 55·4	+14 46
7559	*h* 5502	10	18 41·7	− 2 29	7682	*h* 874	7·8	18 55·6	− 0 37
7591	*O*Σ 362	7	18 43·5	+10 30	7696	*h* 1359	9·10	18 56·7	+11 28
7592	Σ 2396	7·5	18 43·7	+10 39	7697	Σ 2435	9·0	18 56·9	+ 8 36
7604	Σ 2400	8·0	18 44·4	+16 8	7701	Σ 2432	7	18 57·1	+12 25
7601	*h* 867	15	18 44·5	+ 6 58	7699	*h* 875	12	18 57·3	− 2 19
7603	Σ 2399	8·0	18 44·5	+13 6	7703	Σ 2436	8·0	18 57·4	+ 8 36
7607	*h* 869	7	18 44·9	+ 7 54	7702	Σ 2434	8·5	18 57·5	− 0 52
7609	Σ 2402	7·5	18 45·1	+10 33	7713	*h* 2852	10	18 58·2	+ 7 15
7614	*h* 1350	11	18 46·0	+12 12	7721	Σ 2442	8·2	18 59·2	+16 49
7615	Σ 2404	7·0	18 46·1	+10 51	7724	Σ 2443	8·2	18 59·5	+14 37
7623	*h* 870	11	18 46·9	+10 13	7717	Σ 2439	7·9	18 59·6	− 7 18
7625	Σ 2409	8·0	18 47·1	+13 23	7719	Σ¹ 2211	5·2	18 59·7	− 4 12
7627	Σ 2408	7·5	18 47·3	+10 39	—	β 974	9·4	19 0·0	− 6 19
7630	Σ 2411	7·0	18 47·8	+14 24	7730	*h* 5090	10	19 0·8	−10 53
7632	Σ 2412	8·0	18 48·0	+13 52	7735	Σ 2446	6·7	19 0·8	+ 6 23
7637	*O*Σ² 176	7	18 49·5	+ 1 45	7738	*S.C.C* 681	—	19 0·8	+13 42
7641	*h* 1353	9	18 49·7	+11 10	—	β 287	3·0	19 0·8	+13 43
7642	*h* 871	—	18 50·7	− 0 17	7740	Σ 2447	6·2	19 1·4	− 1 31
—	β 972	8·9	18 51·0	− 0 42	7744	Σ 2449	7·2	19 1·5	+ 6 59
7647	Σ 2414	7·5	18 51·1	− 0 56	7746	*h* 2854	9	19 2·0	+ 8 37
7651	*h M* = 529	—	18 51·2	+10 14	7759	*h* 876	9	19 3·4	+ 8 49
7653	*h M* = 530	—	18 51·3	+10 15	7763	Σ 2462	9	19 4·5	+ 3 13
—	β 647	9	18 51·4	+13 28	7768	Σ 2464	8·2	19 4·5	+11 42
7654	*h* 872	10	18 51·7	− 3 41	7774	*h* 1368	10	19 5·0	+12 10
7656	*h* 2847	11	18 52·0	+ 7 54	7778	Σ 2468	8·2	19 5·4	+ 8 31
7665	*Lam.*	—	18 52·7	− 2 35	7787	Σ 2471	7·3	19 6·1	+ 7 57
7666	*h* 873	9	18 52·9	+ 4 0	7789	*h* 1371	9·10	19 6·1	+14 8
7668	*h* 5505	10·5	18 52·9	+ 9 34	7791	Σ 2475	8·9	19 6·1	+17 35
7673	Σ 2424	6.0	18 54·5	+13 29	7783	*h* 5096	10	19 6·5	−10 45
7677	Σ 2425	7·5	18 55·1	− 8 15	7795	Σ 2477	8·0	19 7·0	− 4 38

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 1204	7·7	19h 7m·0	+ 2° 27′	7969	*h* 2873	10	19h 23m·9	+ 7° 38
7798	Σ 2476	6·5	19 7·0	+ 2 27	7964	*h* 887	7	19 24·0	− 7 [illegible]
7796	*Schj.*	—	19 7·0	+ 0 44	7968	*h* 2872	10	19 24·0	− 3 32
7801	*h* 878	10	19 7·0	+ 8 33	7972	Σ 2531	7·5	19 24·5	+ 2 53
7800	*h* 265	10	19 7·3	− 2 34	7975	Σ 2533	7·0	19 24·9	− 0 3[illegible]
7803	*Schj.*	—	19 7·7	− 3 42	7980	Σ 2532	6·0	19 25·2	+ 2 41
7807	$O\Sigma^2$ 177	7	19 8·1	+16 41	7981	*h* 888	11	19 25·2	+ 9 5
—	β 139	7	19 8·1	+16 41	7985	*h* 889	—	19 25·4	+ 9 [illegible]
7809	*h* 879	6	19 8·7	+ 2 8	7987	Σ 2535	6·8	19 26·1	− 2 [illegible]
7820	*h* 1376	8	19 10·0	+15 12	—	β 650	8·0	19 26·1	+ 6 [illegible]
7825	$O\Sigma^2$ 178	6	19 10·8	+14 54	7991	*h* 2878	9·10	19 26·9	+ 3 32
—	β 140	8	19 11·3	−11 9	—	β 976	7·0	19 27·4	+ 9 [illegible]
7830	*h* 880	12	19 11·3	+ 4 28	8003	Σ 2537	8·7	19 28·4	− 4 24
7840	*h* 2861	10	19 11·6	+ 7 2	—	β 653	4·7	19 29·2	+ 7 11
7842	OΣ 368	7·8	19 11·6	+15 59	8010	*h* 2882	9·10	19 29·3	− 1 42
7831	*h* 2860	10	19 11·8	−11 45	8016	*Hh* 623	—	19 29·8	+16 3
7845	Σ 2489	6·5	19 11·9	+14 22	—	β 53	8·7	19 30·8	+11 13
7847	OΣ 370	7·8	19 12·3	+ 9 9	8020	*h* 891	13	19 30·9	− 4 52
7848	*h* 881	7	19 12·8	− 5 36	8024	Σ 2541	9·0	19 31·3	−10 [illegible]
7849	Σ 2490	8·5	19 12·8	− 3 39	8028	Σ 2543	6·4	19 31·3	+ 5 47
7852	*h* 5508	9	19 12·8	− 1 8	—	β 1257	6·8	19 31·4	+10 5[illegible]
7856	*h* 5509	11	19 12·9	+ 8 36	8032	*Hh* 625	—	19 31·7	+15 5[illegible]
7858	Σ 2492	5·4	19 13·5	+ 0 54	8037	Σ 2544	7·5	19 32·3	− 8 [illegible]
—	β 1256	8·3	19 13·6	+ 6 9	8039	*h* 892	10	19 32·9	− 8 [illegible]
7862	*h* 266	12	19 14·2	− 1 44	8043	Σ 2545	6·2	19 33·2	−10 [illegible]
7963	*h* 2864	9	19 14·2	+ 3 50	—	β 249	7	19 33·2	− 0 [illegible]
7866	Σ 2494	6·8	19 14·7	− 6 49	8045	Σ 2547	8·0	19 33·5	−10 34
7872	Σ^1 2272	6·0	19 15·0	+12 11	8059	*h* 2886	5·6	19 34·3	− 5 1[illegible]
7868	Σ 2497	8·1	19 15·1	+ 5 24	8069	*h* 893	10	19 34·7	+ 9 [illegible]
7871	Σ 2498	7·8	19 15·2	+ 3 51	—	β 977	8·3	19 35·3	− 4 [illegible]
7873	*h* 882	11	19 15·2	+10 26	8075	*h* 2888	7	19 35·6	− 0 [illegible]
7881	$O\Sigma^2$ 180	7·8	19 16·1	+10 14	8084	*h* 600	10	19 36·4::	− 2 [illegible]
7885	*h* 884	9	19 16·4	+ 9 38	8085	Σ 2558	7·5	19 36·4	−10 2[illegible]
7882	*h* 883	11	19 16·5	+ 4 2	8089	Σ^1 2337	7·5	19 37·6	− 8 [illegible]
7884	Σ 2501	7·2	19 16·8	− 4 55	8093	*h* 895	9	19 37·8	− 1 [illegible]
7889	*Hh* 612	—	19 16·9	+ 3 1	8095	Σ 2562	7·3	19 37·9	− 8 [illegible]
7892	Σ 2505	8·1	19 17·3	− 7 19	8096	OΣ 380	6	19 37·9	−11 [illegible]
7896	Σ 2506	8·6	19 17·3	+14 11	8100	*h* 2892	9	19 38·4	− 9 [illegible]
7907	Σ 2510	8·5	19 18·5	+ 9 19	8101	OΣ 381	7	19 38·4	− 3 [illegible]
7912	*h* 885	13	19 19·3	+ 2 53	—	β 827	8·3	19 39·0	−11 [illegible]
7920	Σ 2513	8·0	19 20·1	+ 2 16	8112	Σ 2567	8·3	19 39·3	+12 [illegible]
7923	*S.C.C.* 693	—	19 20·4	+ 2 55	8113	*h* 1432	8·9	19 39·3	−13 1[illegible]
7925	*Schj.*	—	19 20·5	+ 4 38	8115	Σ 2568	7	19 39·5	−11 [illegible]
7927	*Hh* 613	—	19 20·9	+ 1 37	8110	Σ 2566	6·7	19 39·6	+ 4 [illegible]
7928	*Hh* 614	—	19 21·0	+ 1 22	8111	*h* 896	11·12	19 39·7	− 1 [illegible]
7929	*Hh* 615	—	19 21·1	+ 0 10	8119	Σ 2570	8·2	19 40·2	−10 [illegible]
7934	Σ 2518	8·2	19 21·2	+14 25	8124	*h* 2895	10	19 40·7	− 3 [illegible]
7942	Σ 2520	9·0	19 22·2	+12 40	—	β 468	7·0	19 40·9	− 4 [illegible]
	β 142	7	19 22·6	−12 21	8135	Σ^1 2351	3	19 41·5	− 0 [illegible]
7943	Σ 2519	8·6	19 22·8	− 9 44	—	β 55	10	19 41·5	−10 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8140	*h* 897	11	19^h 41^m·9	+ 8°31'	8309	*Hh* 659	—	19^h 59^m·6	−11° 52'
—	β 828	8·3	19 42·0	+ 5 55	8315	Σ 2621	8·0	19 59·8	+ 8 58
8143	*h* 1435	11	19 42·3	+15 17	—	β 56	7·5	19 59·8	− 4 36
8149	*h* 1436	9·10	19 42·5	+14 54	8320	*h* 2926	10	20 0·1	+ 4 18
8154	*h* 2897	13	19 43·2	+ 5 8	8321	*h* 2927	7	20 0·2	+ 0 11
8168	Σ 2583	7·0	19 44·0	+11 34	8323	OΣ 397	7·8	20 0·3	+15 37
—	β 829	8·4	19 44·0	+ 5 30	—	β 57	7	20 0·8	+15 13
8164	Σ 2581	7·2	19 44·3	−11 39	8331	*h* 902	10	20 1·6	+ 1 51
8170	Σ 2582	7·7	19 44·6	− 4 11	8333	$O\Sigma^2$ 198	6·7	20 1·7	+ 7 16
8180	$\Sigma^1$2367	1·5	19 45·9	+ 8 36	8334	*h* 903	13	20 1·7	+10 17
8184	Σ 2587	7·3	19 46·5	+ 3 50	8340	*h* 1476	10	20 1·9	+12 36
—	β 148	8	19 46·5	+10 37	8341	*h* 1477	11	20 1·9	+12 22
8186	*h* 1440	10·11	19 46·7	+14 16	—	β 428	7·2	20 2·0	+12 39
8188	*h* 1442	10	19 46·7	+14 14	8344	*h* 904	9	20 2·1	+10 18
8191	*h* 899	11	19 47·5	− 3 4	8347	*h* 905	10	20 2·4	+10 19
8192	Σ 2589	9·1	19 47·5	+ 0 23	—	β 58	8	20 2·7	+15 47
8195	Σ 2590	7·7	19 47·5	+10 5	8348	*h* 2930	10	20 2·7	+ 3 11
8197	Σ 2591	8·4	19 48·0	− 6 16	8349	*Hh* 666	—	20 2·7	− 0 58
8202	*h* 900	6	19 48·7	− 8 51	8350	Σ 2627	9·0	20 2·7	+ 4 29
8210	Σ 2593	7	19 48·8	+11 35	8357	Σ 2629	8	20 2·9	+15 48
8209	Σ 2594	6.0	19 49·2	− 8 30	8356	Σ 2628	6·5	20 3·1	+ 9 7
8219	Σ 2596	7·2	19 49·5	+15 2	8367	*h* 1482	9·10	20 4·1	+12 50
—	β 659	6·5	19 49·8	+ 6 53	8374	*h* 2933	9·10	20 5·1	+ 1 46
8218	Σ 2597	7·0	19 50·0	− 6 59	8378	Σ 2635	7·2	20 5·3	+ 8 9
—	β 830	8·0	19 50·0	− 1 6	8379	Σ' 2420	9·0	20 5·9	− 4 52
8223	*Schj.*	—	19 50·3	− 6 58	—	β 833	8·4	20 6·2	− 6 26
8228	$\Sigma^1$2380	4	19 50·4	+ 6 10	8383	*Hh* 672	—	20 6·2	− 1 7
8233	Σ 2601	8·0	19 51·8	+ 1 38	8387	Σ' 2422	7·5	20 6·2	− 0 25
8245	*A. C.* 12	—	19 53·2	+ 2 30	8388	Σ 2636	9·0	20 6·4	− 4 53
8248	*h* 901	11	19 53·4	− 1 17	8393	*h* 1486	11	20 6·4	+10 53
8253	*h* 2914	11	19 53·9	+ 1 33	8394	*h* 906	6	20 6·6	+ 1 28
8264	*Schj.*	—	19 54·9	+11 37	8399	Σ 2641	7·8	20 6·9	+ 3 30
8267	$\Sigma^1$2388	7·5	19 55·3	+ 7 1	—	β 1205	8·1	20 6·9	− 8 23
8270	*h* 1458	9	19 55·3	+10 55	8402	Σ 2643	7·0	20 7·5	− 3 18
8272	*h* 1459	12	19 55·3	+14 28	8403	Σ 2644	7·8	20 7·5	+ 0 34
8271	*h* 2919	10	19 55·5	+ 5 13	8414	*h* 2938	9	20 8·1	+ 7 3
8280	*Hh* 656	—	19 56·4	− 0 33	8416	*h* 908	10	20 8·1	+ 9 41
8282	Σ 2612	7·8	19 56·5	+ 6 39	8422	Σ' 2433	8·0	20 8·3	+15 48
8283	*h* 2920	10	19 56·8	+ 2 54	8421	*h* 909	10	20 8·7	− 4 22
8284	Σ 2613	7·2	19 56·8	+10 28	8425	Σ 2646	7·4	20 9·1	− 6 20
8286	*h* 5510	15	19 57·5	+ 1 32	8430	$O\Sigma^2$ 202	7	20 9·3	+ 6 18
8289	*h* 2921	9·10	19 57·6	− 0 53	8432	Σ 2651	7·5	20 9·3	+15 52
8293	Σ 2615	7·2	19 58·1	+ 8 7	8436	*h* 1494	10	20 9·5	+11 45
8297	Σ 2616	6·7	19 58·2	+14 18	8440	Σ 2654	7·1	20 9·9	− 3 48
8300	*h* 1466	13	19 58·3	+10 59	8447	*h* 910	8	20 10·5	+ 2 33
8302	Σ' 2400	8·0	19 58·5	+15 10	8449	Σ 2656	6·5	20 10·7	+ 7 31
8306	*h* 2925	8	19 59·0	+ 4 33	—	β 59	8	20 11·5	+ 4 49
8308	Σ 2618	8·5	19 59·0	+15 12	8463	*h* 5512	—	20 13·0	+ 8 43
8311	*h* 1469	10	19 59·2	+14 19	8461	*h* 911	10	20 13·2	− 3 3
8314	Σ 2620	8·3	19 59·4	+11 31	8470	*h* 2945	13	20 13·7	+ 6 45

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8472	Σ 2662	8·2	20^h 13^m·8	+10° 41'
8477	*h* 1498	10	20 14·1	+10 54
8479	Σ 2661	8·0	20 14·7	− 2 34
8485	Σ 2665	7·0	20 14·7	+14 4
8484	*h* 918	11	20 15·0	+ 2 50
8489	Σ 2664	8·0	20 15·0	+12 42
8490	*h* 2949	11	20 15·2	+ 8 1
8487	*Schj.*	—	20 15·4	− 8 3
8497	*h* 1502	10	20 15·9	+12 7
8501	*h* 2953	9	20 16·2	+ 8 18
8499	*h* 914	11	20 16·4	− 1 7
8508	*h* 2955	11	20 17·4	+ 1 36
8519	Σ 2673	8·1	20 18·1	+13 1
8520	Σ 2674	8	20 18·2	+13 1
8530	Σ 2677	6·5	20 18·5	+ 0 44
8528	*h* 915	11	20 19·0	− 4 27
—	β 664	7	20 19·6	+ 5 11
8533	*h* 2959	9·10	20^h 19^m·7	+ 8° 57'
8538	*h* 1507	10	20 20·0	+14 19
8539	*h* 1508	—	20 20·0	+14 24
8540	*h* 1509	9	20 20·1	+ 2 [illegible]
8542	Σ 2680	8·5	20 20·2	+14 32
8536	Σ 2678	9·0	20 20·4	− 8 38
—	β 667	7·5	20 20·6	+ 7 33
8544	*h* 2960	11	20 20·7	− 2 14
8551	*h* 2961	12	20 21·3	+ 6 52
8558	Σ' 2472	7·0	20 22·3	− 2 26
8566	*h* 916	9	22 22·9	− 0 29
8570	*h* 918	11	20 23·5	− 7 14
8605	*h* 919	10	20 27·2	− 3 51
8618	*h* 1529	7·8	20 28·1	− 6 [illegible]
8629	Σ 2697	7·7	20 29·2	− 0 49
8643	*h* 5513	—	20 30·6	+ 1 2
—	β 672	4·5	20 33·2	− 1 27

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6709	18^h 46^m·3	+10° 14'	*Cl, p Ri, l C, i F*
6724	18 52·3	+10 14	*Cl*
6728	18 54·6	− 9 5	*Cl, v L, P*
6735	18 55·6	− 0 36	*Cl, v L, P, st* 12 . . . .
6738	18 56·7	+11 28	*Cl, P, l C*
6741	18 57·5	− 0 35	○ *stell*
6749	19 0·0	+ 1 38	*Cl, L, l C, st L* und *S*
6751	19 0·6	− 6 9	*p B, S*
6755	19 2·8	+ 4 34	*Cl, v L, v Ri, p C, st* 12 . . . 14
6756	19 3·8	+ 4 31	*Cl, S, Ri, l C, st* 11 . . . 12
6760	19 6·1	+ 0 52	*p B, p L, v g l b M*
6772	19 9·3	− 2 53	*v F, L, R, v v l b M, r*
6773	19 10·1	− 4 42	*Cl, P, l C*
6775	19 11·7	− 1 6	*Cl, P, l C, st* 10 . . . 11
6778	19 13·1	− 1 48	*S, E*
1298'	19 13·3	− 1 48	*v S, Cl*
6781	19 13·6	+ 6 21	○, *F, L, R, v s b M, S* * *nf*
6785	19 15·4	− 1 17	*e S, stell*
6790	19 17·8	+ 1 19	○, *B, e S, stell* = 9·5 *mag*
6795	19 21·1	+ 3 20	*Cl, Ri, bet* 2 *st* 9
6803	19 26·6	+ 9 52	○, *stell*
6804	19 26·8	+ 9 1	*C B, S, i R, r r r*
6807	19 29·7	+ 5 29	○ *stell*
6814	19^h 37^m·2	−10° 33'	*p F, p L, R, b M, r* [illegible]
6821	19 39·0	− 7 3	*F, p L, R*
6828	19 45·5	+ 7 20	*Cl, P, l C*
6837	19 48·7	+11 26	*Cl, S, P*
6840	19 50·6	+11 51	*Cl, P, l C*
6843	19 51·4	+11 54	*Cl, S, P*
6852	19 55·5	+ 1 27	*F neb, am* [illegible]
6858	19 58·3	+10 59	*Cl, c L, E, p Ri,* [illegible]
6859	19 58·7	+ 0 10	*v S Cl,* * 10 *p* [illegible]
6863	19 59·9	− 3 50	*Cl, S, v m C, st* [illegible]
6865	20 0·5	− 9 19	*F, S, E*
6891	20 10·4	+12 26	○, *stell* = 9·5 [illegible]
6900	20 16·3	− 2 52	*v F, S, R*
6901	20 16·3	+ 6 8	*e F*
1316'	20 17·5	+ 6 10	*e F, neb,* [illegible]
1317'	20 18·2	+ 0 28	○ = * 13, *d* [illegible] 15"
6906	20 18·6	+ 6 9	*p F, p L, R*
6915	20 22·5	− 3 22	*p B, S, R*
6922	20 24·7	− 2 31	*v F, p L, R*
6926	20 28·0	− 2 22	*v F, p L, E* 17[illegible]
6929	20 28·2	− 2 23	*v F, v S*
1327'	20 30·6	− 0 21	*v F,* * 8 = [illegible]
6941	20 31·1	− 4 58	*v L, i F, b M*

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maxim.	Grösse Minim.	Periode, Bemerkungen
T Aquilae .	18h 40m 56s	+ 8° 38′·3	8·8	10·0	Unregelmässig
V „ .	18 59 4	— 5 50·0	6·5	8·0	„
R „ .	19 1 33	+ 8 4·8	5·9—7·4	10·9—11·5	1856 Aug. 5. + 350 *E* — 0·32 E^2
Y „ .	19 2 16	+10 55·0	5·3	5·7	1894 Aug. 6. + 4·896 *E*
W „ .	19 10 0	— 7 13·2	7·5	11·2	1893 Juli 1. + 490 *E*?
U „ .	19 23 58	— 7 15·0	6·4	7·1	1886 Sept. 20. + 7·0240 *E*
X „ .	19 46 31	+ 4 12·5	8·4—8·8	< 12	1893 Aug. 14. + 348 *E*
η „ .	19 47 23	+ 0 44·9	3·5	4·7	1848 Mai 20. + 7·176381 *E*
RR „ .	19 52 24	— 2 11	8·4	< 12	1895 Juli 1. + 403 *E*?
RS „ .	19 53 42	— 8 10	10·0	< 12·4	
S „ .	20 7 1	+15 19·4	8·4—10·1	10·7—11·8	1865 Nov. 12. + 146·7 *E*
Z „ .	20 9 51	— 6 27·4	8·8—9·0	11?	1894 Oct. 15. + 130 *E*?

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	18h 37m 10s	+ 0° 3′·3	8·7	*OR*	33	19h 20m 35s	+ 2° 59′·7	9·0	*OR*″
2	18 37 20	— 1 23·7	8·2	*OR*	34	19 22 47	+ 1 58·2	7·8	*O*
3	18 38 26	— 1 38·5	7·5	*RG*	35	19 25 10	+ 2 41·7	6·9	*GR*
4	18 40 56	+ 8 38·3	*var*	*R*, *T* Aquilae	36	19 25 27	— 2 59·8	5·7	*GR*
5	18 45 19	+ 0 40·3	9·5	*R*	37	19 26 2	+ 1 48·6	7·1	*OR*
6	18 47 8	— 3 50·9	7·2	*R*	38	19 26 33	— 1 29·5	8·8	*OR*
7	18 47 42	+ 9 6·7	9·0	*R*	39	19 28 12	+ 4 48·9	7·2	*G*
8	18 50 26	+ 9 6·5	9·0	*R*	40	19 28 50	+ 5 14·9	6·9	*RO*
9	18 52 26	+ 0 19·3	9·2	*RR*	41	19 29 12	+ 7 9·2	4·8	*G*
10	18 53 58	+14 13·7	9·0	*R*	42	19 29 37	—10 46·8	5·5	*G*
11	18 56 21	— 5 52·7	4·7	*R*?	43	19 31 30	— 7 15·0	5·0	*WG*
12	18 56 31	+ 2 26·6	7·8	*RG*	44	19 31 30	+14 17·4	7·7	*G*
13	18 57 33	+ 8 13·6	6·5	*RG*	45	19 31 34	— 1 29·9	4·2	*W*
14	18 58 44	+ 8 9·0	7·8	*R*	46	19 35 52	+ 0 28·2	8·0	*OR*″
15	18 59 4	— 5 50·0	*var*	*RR*, *V* Aquil.	47	19 39 35	+ 4 44·5	7·5	*G*
16	18 59 30	+ 0 22·0	9·5	*R*	48	19 39 57	+12 59·4	7·4	*RG*
17	18 59 42	— 4 10·7	5·7	*R*	49	19 39 57	+13 1·3	8·6	*RG*
18	18 59 43	+ 2 39·1	8·2	*OR*′	50	19 41 30	+10 22·2	8·0	*G*
19	19 0 2	+ 1 27·5	8·8	*OR*	51	19 43 11	+ 9 47·5	8·1	*OR*″
20	19 1 33	+ 8 4·8	*var*	*R*, *R* Aquil.	52	19 43 32	11 7·2	6·1	*R*
21	19 1 56	— 5 3·0	7·8	*OR*′	53	19 44 6	+ 0 27·1	9·5	*R*
22	19 2 17	— 1 16·6	7·5	*RG*	54	19 45 59	— 2 42·8	6·7	*G*
23	19 3 10	+ 1 8·8	7·5	*RG*	55	19 46 45	+14 45·0	(10)	*R*
24	19 10 52	+ 3 8·1	9·4	*OR*	56	19 46 55	—11 12·8	7·8	*GR*
25	19 12 53	— 1 14·4	8·6	*RG*	57	19 49 47	+ 9 29·8	7·5	*G*
26	19 13 28	+ 0 54·2	5·0	*G*	58	19 51 27	+ 0 21·3	9·5	*R*?
27	19 14 41	— 6 48·8	7·0	*OR*	59	19 53 17	8 49·4	6·8	*GR*
28	19 15 31	— 4 41·3	7·0	*R*?	60	19 56 10	+ 8 17·1	6·2	*G*
29	19 16 25	+ 9 57·6	8·0	*OR*	61	19 56 25	+ 0 23·2	8·8	*R*
30	19 17 13	— 0 28·2	5·0	*G*	62	19 59 16	+ 6 59·7	6·0	*R*
31	19 17 14	+17 28·0	9·5	*GR*	63	20 0 50	+15 13·1	6·0	*G*
32	19 17 41	— 7 35·4	7·0	*RG*	64	20 5 54	+14 15·1	7·5	*G*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grosse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grosse	Farbe
65	$20^h 6^m 16^s$	+ 6° 3'·5	7·9	*OR*	75	$20^h 13^m 52^s$	+ 0° 16'·7	8·9	[illegible]
66	20 6 31	+ 8 26·0	7·5	*RG*	76	20 14 45	— 0 57·6	7·8	[illegible]
67	20 6 32	+ 5 47·2	7·8	*OR*	77	20 14 47	+12 55·7	5·6	[illegible]
68	20 7 1	+15 19·4	*var*	*G*, *S* Aquil.	78	20 18 11	— 0 46·7	7·3	[illegible]
69	20 7 10	+ 7 23·1	7·2	*RG*	79	20 18 46	+ 0 11·8	8·2	[illegible]
70	20 8 3	— 1 18·3	6·7	*G*	80	20 19 42	+ 0 13·6	(10)	[illegible]
71	20 8 18	+ 8 49·2	8·5	*G*	81	20 20 5	— 0 36·9	8·6	[illegible]
72	20 9 1	+15 58·0	6·8	*RG*	82	20 26 8	+ 0 28·6	(9)	[illegible]
73	20 10 5	+ 8 47·1	*var*	*R²*, *R* Delphini	83	20 26 18	+ 0 26·7	9·1	[illegible]
74	20 12 55	+ 2 28·8	8·2	*O*					

Genäherte Präcessionen für 10 Jahre.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	+16°	+12°	+8°	+4°	0°	−4°	−8°	−12°	α	Δδ
$18^h 30^m$	27^s	28^s	29^s	30^s	31^s	32^s	33^s	34^s	$18^h 30^m$	+ 0'·4
19 0	27	28	29	30	31	32	33	33	19 0	+ 0·9
30	27	28	29	30	31	32	32	33	30	+ 1·3
20 0	27	28	29	30	31	32	32	33	20 0	+ 1·7
30	28	28	29	30	31	31	32	33	30	+ 2·0

Ara, der Altar, Sternbild des Ptolemäus am südlichen Himmel. Die Grenzen sind nach der Uranometria Argentina folgende: Von $16^h 25^m$ Rectasc. und 60° 0' südl. Deklination läuft eine gerade Linie bis 67° 30' bei $17^h 0^m$. Von $17^h 0^m$ bis $17^h 30^m$ geht die Grenze auf dem Parallel — 67° 30', von $17^h 30^m$ bis $18^h 0^m$ auf dem Parallel — 57° 0'; die nördliche Grenze bildet der Parallel — 45° 30' in der ganzen Ausdehnung von $16^h 25^m$ bis $18^h 0^m$. Im Ganzen sind 86 dem blossen Auge sichtbare Sterne aufgeführt und zwar: 3 Sterne 2·3 ter Grösse, 2 Sterne 3·4 ter, 3 Sterne 4 ter, 3 Sterne 5·6 ter, 14 Sterne 6 ter, 60 Sterne 6·7 ter und 7 ter Grösse, und ein Nebelfleck.

Der Altar grenzt im Süden an Pavo, Apus, Triangul. Austr., im Norden an Scorpio, in abnehmender Rectascension an Circinus, in zunehmender an Pavo und Telescopium.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6719	*h* 4861	6	$16^h 26^m·5$	—47° 54'	6768	*h* 4877	9	$16^h 34^m·7$	[illegible]
6726	*h* 6862	9·5	16 28·5	—61 19	6769	*h* 4880	8	16 34·7	[illegible]
6731	Δ 205	8	16 28·5	—49 11	6773	Δ 206	7	16 35·2	[illegible]
6735	*h* 4863	9·5	16 29·4	—53 34	6779	Δ 208	7	16 36·3	[illegible]
6744	*h* 4866	7	16 31·4	—56 48	6781	*h* 4881	9·5	16 36·6	[illegible]
6747	*h* 4873	8	16 31·8	—49 9	6783	*h* 4882	10	16 37·2	[illegible]
6751	*h* 4868	9	16 32·2	—50 [illegible]	6798	*h* 4885	8	16 [illegible]	[illegible]
6758	*h* 4871	7	16 32·6	—47 35	6807	Δ 211	7	16 41·1	[illegible]
6766	*h* 4876	7·5	16 33·9	—48 34	6808	Δ 210	[illegible]	16 41·6	[illegible]
6762	*h* 4874	10	16 34·1	—60 45	6831	*h* 4890	8	16 [illegible]	[illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6845	h 4896	8	16h 48m·9	—44° 42′
6843	h 4894	13	16 49·7	—63 3
6851	h 4899	9·5	16 50·6	—45 46
6848	h 4900	7·5	16 51·2	—59 11
6849	h 4897	8	16 51·2	—59 1
6853	h 4901	8	16 52·4	—58 42
6862	h 4905	8·5	16 54·3	—54 56
6864	h 4906	8	16 54·7	—48 46
6871	h 4909	8	16 56·2	—50 57
6882	h 4913	9	16 57·6	—47 7
6898	h 4916	9·5	17 0·8	—49 20
6900	h 4917	8	17 1·6	—54 12
6908	Δ 213	7	17 2·9	—46 37
6901	Δ 214	7	17 3·1	—67 4
6912	h 4920	8	17 4·3	—58 28
6931	h 4925	13	17 7·6	—62 43
6938	Δ 215	8	17 8·8	—53 12
6942	h 4927	10	17 10·1	—51 0
6948	h 4929	9	17 10·7	—45 58
6949	h 4930	9·5	17 11·3	—54 15
6950	h 4931	8	17 11·8	—59 20
6963	h 4936	9	17 12·7	—46 5
6960	h 4934	10	17 13·4	—58 56
6964	h 4938	8·5	17 13·4	—56 21
6971	h 4939	8	17 14·4	—56 22
6977	h 4941	11	17 16·0	—51 49
6982	h 4942	8	17 17·0	—56 17
6987	h 4944	9	17 17·1	—47 3
6992	h 4945	9	17 17·9	—47 49
6986	h 4943	11	17 18·7	—66 4
7003	h 4949	6·5	17h 19m·5	—45° 46′
7007	h 4950	10·5	17 21·5	—57 28
7009	h 4951	6	17 22·0	—60 36
7010	h 4952	—	17 22·0	—58 50
7023	h 4955	4	17 24·1	—49 48
7029	h 4957	10	17 24·9	—46 34
7027	h 4956	11	17 26·2	—62 53
7041	h 4959	9	17 27·8	—54 34
7050	h 4961	10	17 29·6	—59 52
7059	h 4965	9	17 31·4	—51 9
7066	h 4967	11	17 32·7 ::	—53 35
7067	h 4968	13	17 32·7 ::	—53 37
7072	h 4969	9·5	17 33·6	—53 58
7079	h 4970	9	17 34·5	—48 36
7085	h 4971	10	17 38·5	—55 59
7090	h 4973	8	17 38·7	—45 9
7098	h 4975	6·5	17 40·3	—55 23
7114	h 4978	6	17 42·4	—53 35
7120	h 4982	7·5	17 42·9	—48 15
7126	h 4981	10	17 43·4	—50 15
7136	h 4984	8·5	17 44·7	—52 27
7163	h 4989	9	17 47·7	—45 9
7174	h 4994	8·5	17 49·3	—52 12
7196	h 4998	—	17 53·0	—56 56
7206	h 5005	7·5	17 53·7	—45 49
7260	h 5015	6	18 1·1	—45 47
7272	h 5017	9	18 2·2	—48 53
7280	h 5021	7	18 3·6	—56 27
7284	h 5022	10	18 3·9	—52 6
7296	h 5027	8·5	18 5·5	—54 23

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6156	16h 26m·1	— 60° 23′	*pF, pL, vlE, gb M*
6164	16 26·3	—47 53	*cF, susp., D*f nr*
6165	16 26·6	—47 56	*F, cS, lE, vglbM, D*p*
6167	16 26·9	—49 33	*Cl, L, lC, iF*
6178	16 28·5	—45 24	*Cl, B, S, st pL*
6188	16 32·2	—48 49	*!F, vL, viE, B* inv*
6193	16 33·9	—48 34	*Cl, vL, lRi, lC, rrr, F neb inv*
6200	16 36·8	—47 16	*Cl* (in der Milchstrasse)
6204	16 39·0	—46 50	*Cl, pRi, ciCM, st* 11...12
6208	16 41·5	—53 38	*Cl, L, Ri, lCM, st* 9 ... 12
6215	16 42·5	—58 49	*pF, R, vglbM, *4 p 79s*
6221	16h 43m·1	—59° 2′	⊕ *pB, cL, R, glb M, rr*
6250	16 50·6	—45 46	*Cl, L, lRi, lC, st* 8...12
6253	16 51·2	—52 33	*Cl, S, triang, st* 13
6300	17 7·6	—62 42	*F, vL, vlE, amst, 2 st inv*
6305	17 9·8	—59 3	*vF, vS, R, glb M*
6326	17 12·8	—51 38	*!!!* ○, *pB, vS, R*
6328	17 13·9	—64 54	*vF, vS, vlE, glb M*
6352	17 17·9	—48 22	*pF, L*
6362	17 21·5	—66 58	⊕, *cB, L, vgmb M, rrr, st* 14 17
6397	17 32·5	—53 37	⊕, *B, vL, Ri, st* 13
1266′	17 38·2	—46 4	*stellar* (Gasspectrum)

C. Veränderliche Sterne.

R Arae. . .	$16^h\ 31^m\ 26^s$	— 56° 47′·6	6·9	8·0	Unregelmässig periodisch

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$16^h\ 36^m\ 45^s$	—52° 58′·1	6·6	*R*	9	$17^h\ 5^m\ 46^s$	—56° 46′·1	7·0	*R*
2	16 38 49	—58 9·8	6·0	*R*	10	17 10 21	—59 35·4	6·5	*R*
3	16 41 9	—58 51·2	3·8	*F*	11	17 20 22	—55 5·0	6·6	*R*
4	16 45 30	—57 44·3	6·5	*R*	12	17 26 40	—48 27·4	7·0	*F*
5	16 46 54	—49 32·7	7·0	*R*	13	17 29 41	—49 59·5	6·6	*R*
6	16 50 21	—55 49·9	3·2	*R*	14	17 32 40	—49 21·2	5·6	*R*
7	17 3 5	—67 4·2	6·4	*R*	15	17 34 15	—50 27·4	6·9	*R*
8	17 4 2	—48 44·9	6·6	*R*	16				

Genäherte Präcessionen für 10 Jahre.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−45°·0	−47°·5	−50°·0	−52°·5	−55°·0	−57°·5	−60°·0	−62°·5	−65°·0	−67°·0	α	Δδ
$16^h\ 30^m$	43^s	44^s	45^s	46^s	48^s	50^s	52^s	54^s	57^s	61^s	$16^h\ 30^m$	−1·3
17 0	44	45	46	47	49	51	53	55	58	62	17 0	[illegible]
17 30	44	45	46	48	50	52	54	56	59	63	17 30	−0·4
18 0	44	45	47	48	50	52	54	56	59	63	18 0	0·0

Argo. Das ursprünglich sehr ausgedehnte mit diesem Namen bezeichnete Sternbild des südlichen Himmels ist später durch LACAILLE in mehrere Theile zerlegt, nämlich in den Kiel (Carina), den Mastbaum (Malus), den Rumpf (Puppis) und die Segel (Vela), wozu dann noch der Compass (Pyxis Nautica) kam. Während der Mastbaum wieder gestrichen wurde, haben sich die anderen Theile als selbständige Sternbilder erhalten und sind auch in der Uebersicht (pag. [illegible]) so aufgeführt. Hier dagegen hat es sich von Vortheil erwiesen, das Schiff Argo in seinen ursprünglichen Grenzen mit den in der Uranometria Argent. vorgenommenen Modificationen beizubehalten. Darnach umfassen die Verzeichnisse der Doppelsterne und Nebelflecke, sowie das der farbigen Sterne die Objecte von Carina, Puppis, Vela, Pyxis nach der Rectascension geordnet, das Verzeichniss der Veränderlichen ist in gleicher Weise geordnet, enthalt aber in der ersten Columne die Sterne nach den getrennten Sternbildern. Die Grenzen laufen wie folgt:

Von $6^h\ 0^m$ Rectascension und 50° 45′ südlicher Deklination geht eine gerade Linie zum Punkt $6^h\ 50^m$ Rectascension und 60° südl. Deklination, dann läuft die Grenze direkt südlich bis zum 64. Grad, sie zieht sich auf diesem Parallel bis [illegible], geht dann wieder direkt südlich bis zum 75. Grad und auf diesem Parallel bis zu $11^h\ 15^m$. Hier geht sie nun nordwärts bis zu — 56° 30′, auf diesem Parallel zurück nach $11^h\ 0^m$, darnach direkt nördlich bis — 39° 45′, auf diesem Parallel bis zu $9^h\ 22^m$, von dort direkt nach Norden bis zu — 23° 0′, dann in einer etwas gebogenen Linie nach dem Punkt $8^h\ 22^m$ und — 16°. Hier geht sie weiter direkt nach Norden bis — 11°, auf welchem Parallel die nördlichste Grenze [illegible]

7h 22m geht. Bei 7h 22m wendet sie sich dann wieder südlich bis — 33°, läuft auf diesem Parallel bis 6h 35m, dann weiter südlich bis — 43°, endlich auf diesem Parallel bis zu 6h 0m, von wo sie dann den Ausgangspunkt bei — 50° 45' in direkt südlichem Lauf erreicht. Den südlichsten Theil in der ganzen Ausdehnung der Rectascension nimmt Carina ein, es grenzen daran Puppis von 6h bis etwa 8h 25m und im Norden die äusserste Grenze erreichend, von 8h 25m bis 11h 0m Vela, welche bei — 37° an Pyxis bezw. bei — 40° an das Sternbild Antlia grenzen.

Nach GOULD sind folgende Sterne dem blossen Auge sichtbar.

In Carina:

1 Stern d. 1ten, 3 d. 2ten, 2 d. 3ten, 9 d. 4ten, 27 d. 5ten, 269 d. 6 u. 6·7ten Grösse

In Puppis:

2 Sterne d. 2ten, 5 d. 3ten, 6 d. 4ten, 40 d. 5ten, 257 d. 6 u. 6·7ten Grösse

In Vela:

3 Sterne d. 2ten, 3 d. 3ten, 9 d. 4ten, 16 d. 5ten, 216 d. 6 u. 6·7ten Grösse

In Pyxis:

1 Stern d. 4ten, 7 d. 5ten, 57 d. 6 u. 6·7ten Grösse.

Ausserdem kommen in der Uranometrie 5, 3, 1, 0 Veränderliche und 2 Nebel vor.

Argo grenzt an folgende Sternbilder, im Norden bezw. den Einbiegungen nach zunehmender Rectascension an Monoceros, Hydra, Antlia, dann an Centaurus, Musca, im Süden und den Einbiegungen im Sinne der abnehmenden Rectascension an Chamäleon, Volans, Pictor, Columba, Canis major. Die Milchstrasse durchzieht fast in der ganzen Breite das an interessanten Objekten so reiche Sternbild.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2464	h 3834	6	6h 1m·8	−45° 5'	2810	h 3889	6·5	6h 40m·3	−50° 21'
2470	Δ 23	7	6 2·2	−48 27	2826	Δ 34	6	6 42·1	−54 37
2491	h 3836	10	6 4·3	−49 54	2824	Δ 33	6	6 42·7	−39 26
2559	h 3846	9	6 11·8	−49 4	2838	h 3893	5·5	6 43·9	−37 46
2578	h 3848	9·5	6 14·1	−47 0	2842	h 3895	7·5	6 44·0	−47 41
2594	h 3849	7·5	6 16·5	−39 26	2855	Δ 35	6	6 45·3	−43 41
2604	h 3852	9·5	6 17·8	−44 43	2876	h 3897	9	6 47·6	−43 33
2614	h 3854	9·5	6 18·4	−54 26	2891	h 3898	9	6 49·1	−56 7
2628	h 3856	7	6 20·1	−45 34	2896	h 3900	6	6 50·6	−34 6
2633	h 3867	9	6 26·2	−48 26	2906	h 3901	7	6 51·6	−37 23
[illegible]	Δ 30	6	6 27·3	−50 9	2931	h 3906	9	6 54·0	−55 27
—	β 755	6·0	6 32·0	−36 42	2928	h 3905	9	6 54·7	−35 17
[illegible]	h 3878	11	6 34·0	−35 51	2938	h 3909	9·5	6 55·3	−47 18
[illegible]	h 3881	8	6 35·7	−40 31	2936	h 3907	9·5	6 55·5	−37 35
[illegible]	h 3882	7·5	6 35·8	−44 59	2945	h 3912	11	6 56·2	−50 34
[illegible]	h 3883	10	6 36·0	−44 58	2964	Δ 37	6	6 58·4	−51 16
[illegible]	Δ 31	6	6 36·0	−48 8	2974	h 3921	8	6 58·9	−58 15
[illegible]	h 3884	7	6 36·7	−55 16	2979	h 3922	8·5	6 58·9	−60 43
[illegible]	h 5443	9·5	6 38·0	−40 15	2983	h 3924	9·5	6 59·2	−60 43
[illegible]	Δ 32	6	6 38·9	−38 18	2972	h 3920	9	6 59·5	−48 51
[illegible]	h 3887	10	6 40·1	−42 27	2968	h 3919	9	6 59·8	−35 10

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2984	*h* 3925	11	7ʰ 0ᵐ·4	−46° 46′	3239	Σ 1115	9	7ʰ 27ᵐ·9	−12° 39′
2988	Δ 38	6	7 0·9	−43 29	3245	*h* 2398	11	7 28·5	−27 27
3003	Δ 39	6	7 1·7	−59 2	3268	*h* 3980	8	7 29·2	−57 22
2995	*h* 3928	5·5	7 1·9	−34 37	3256	*h* 3978	9	7 29·4	−57 58
3002	*h* 3931	7	7 2·8	−42 10	3269	*h* 3981	8·5	7 30·0	−49 0
3034	*h* 3935	9	7 6·5	−49 48	3260	*Hh* 269	—	7 30·1	−23 16
3047	*h* 3937	10·5	7 7·3	−60 32	3263	*h* 3979	10	7 30·1	−36 13
3042	Δ 40	7	7 7·8	−56 12	3266	*h* 2401	11	7 30·7	−24 43
3058	*h* 3941	8	7 8·0	−60 13	3281	*h* 3984	7	7 30·8	−54 57
3056	Δ 41	7	7 8·4	−55 25	3287	*h* 3986	8	7 31·4	−50 38
—	β 757	6·0	7 8·9	−36 22	3270	Σ 1120	7	7 31·4	−14 27
3071	*h* 3944	9·5	7 9·2	−62 51	3271	*S* 555	—	7 31·5	−14 14
3061	*h* 3942	11	7 10·0	−33 30	3274	*h* 3982	6	7 31·5	−28 9
3070	*h* 3943	5·5	7 10·5	−44 29	3277	Σ 1121	7	7 32·0	−14 16
3113	*h* 3952	8·5	7 13·0	−53 52	3279	*h* 3983	10·5	7 32·5	−13 38
3090	*h* 3946	11	7 13·3	−33 5	3280	*S* 557	—	7 32·5	−14 13
3093	Δ 43	3	7 13·6	−36 55	3300	*h* 3989	10	7 32·5	−61 4
3098	*h* 3947	8·5	7 13·6	−46 3	3299	*h* 3988	9·5	7 33·4	−48 37
3109	*h* 3951	10	7 14·0	−50 49	—	β 1061	4·1	7 34·4	−26 35
3118	Δ 44	7	7 15·2	−51 58	3303	*h* 2408	10	7 34·6	−27 56
3141	*h* 3958	—	7 17·7	−52 0	—	β 201	8	7 34·6	−20 3
3142	*h* 3960	8	7 17·9	−48 22	3306	*Hh* 273	—	7 34·7	−26 34
3147	*R* 6	—	7 17·9	−52 8	3320	*h* 3993	9	7 35·2	−60 13
3144	*h* 3956	9	7 18·1	−48 20	3311	*h* 3990	8	7 35·5	−47 29
3149	Δ 46	6	7 18·4	−48 11	3316	*h* 3992	9·5	7 36·2	−43 45
3145	*h* 3957	8	7 18·6	−35 44	3324	*h* 3994	8	7 36·5	−48 50
3154	Δ 45	6	7 18·6	−48 21	3317	*S.C.C.* 302	—	7 37·1	−14 35
3160	*h* 3961	9	7 18·6	−57 30	3322	*h* 2411	10·11	7 37·1	−27 46
3166	*h* 3962	8	7 19·1	−56 36	3334	*h* 3995	10	7 39·1	−21 53
3167	*h* 3963	10	7 19·8	−43 34	3335	*h* 2415	11	7 39·1	−28 45
3170	*h* 3965	6	7 20·3	−35 39	3362	*h* 4000	—	7 40·5	−58 26
3183	*h* 3967	7	7 20·9	−55 23	3342	Σ 1138	6·7	7 40·9	−14 27
3179	*h* 3966	7·5	7 21·2	−37 5	3359	*h* 3998	9·5	7 40·9	−52 16
3207	Δ 48	7	7 21·9	−62 4	3361	*h* 3999	10	7 40·9	−54 11
3199	*h* 3968	7·5	7 22·7	−41 55	3355	Δ 54	6	7 41·5	−37 57
3210	*h* 3971	9	7 22·7	−57 44	3365	Δ 55	6	7 41·6	−50 13
3205	*h* 3970	9	7 23·1	−45 25	3374	*h* 4002	8·5	7 42·4	−50 3
3219	*h* 3972	10	7 23·3	−62 20	3386	*h* 4004	8·5	7 42·5	−63 10
3204	*h* 3969	8·5	7 23·6	−34 7	3369	Σ 1146	6·7	7 43·3	−11 57
3216	Δ 50	5	7 23·8	−50 49	3389	*h* 4005	6	7 43·5	−36 29
3206	*h* 2391	8·9	7 23·9	−26 38	3378	*h* 4003	9·5	7 43·7	−23 56
3202	Σ 1101	9·0	7 24·1	−13 36	3382	*Br.* 1573	—	7 43·7	−41 15
3214	Σ 1104	6·0	7 24·9	−14 46	3383	Δ 56	7	7 43·9	−38 16
3217	Δ 49	—	7 25·0	−31 38	3381	*S* 561	—	7 44·1	−25 27
3231	Δ 51	4	7 26·1	−43 6	3390	*h* 4006	9	7 44·2	−45 0
3224	*h* 2393	10	7 26·2	−28 3	3398	*h* 4008	8·5	7 44·9	−53 5
3249	*h* 3974	8·5	7 27·4	−55 6	—	β 1063	4·0	7 45·1	−24 37
3254	*h* 3977	8	7 27·5	−61 25	3394	*h* 4007	9·5	7 45·7	−28 0
3237	*h* 3973	9	7 27·5	−20 43	3403	*h* 4009	9	7 46·5	−31 54
3238	*Demb.*	—	7 27·8	−12 39	—	β 101	5·5	7 47·1	−13 38

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3406	*Hh* 283	—	7h 47m·1	−13° 38'
3426	*h* 4014	8·5	7 47·5	−63 26
3422	*h* 4012	5·5	7 47·6	−60 3
3413	*h* 2421	10	7 47·9	−27 33
3434	*h* 4016	9·5	7 49·1	−51 9
3425	*h* 4013	7·5	7 49·6	−18 4
3428	*h* 4015	9	7 49·9	−17 33
3446	*h* 4018	8	7 50·5	−59 22
3445	*h* 4017	8	7 50·9	−50 39
3447	Δ 58	7	7 51·5	−44 6
3465	*h* 4021	8	7 52·3	−58 18
3462	Δ 59	7	7 52·6	−50 12
3454	*h* 771	9	7 53·1	−16 2
3467	*h* 4022	9	7 54·4	−21 12
3492	*h* 4027	10	7 55·1	−60 32
3486	*h* 4025	6	7 55·4	−48 58
3497	*h* 4029	10	7 55·6	−63 50
3490	*h* 4026	12	7 55·9	−44 38
3484	*h* 4024	9	7 56·0	−29 14
3493	*h* 4028	8·5	7 56·4	−49 42
3495	*h* 4032	7	7 56·7	−47 2
3504	*h* 4031	9	7 56·7	−60 36
3498	*h* 4030	7	7 57·3	−41 3
3506	*h* 4033	8·5	7 57·8	−47 33
—	β 202	7	7 57·8	−26 57
3512	*h* 4036	10·5	7 58·0	−57 41
—	β 333	7·5	7 58·2	−22 4
—	β 203	7	7 58·5	−27 18
3503	Σ 1178	9	7 58·7	−12 56
3510	*h* 4034	8·5	7 58·7	−42 30
3519	Δ 60	6	7 59·0	−54 15
3511	*h* 4035	7·5	7 59·2	−32 11
3516	*h* 4038	7	7 59·3	−41 2
3513	*h* 4037	8·5	7 59·5	−27 16
3517	*h* 4039	10	7 59·6	−37 55
3523	*h* 4042	—	7 59·6	−54 23
3518	*h* 4040	8·5	7 59·7	−36 9
3531	*h* 4044	—	8 0·1	−54 46
3527	*h* 4043	8	8 0·6	−46 17
3520	*h* 775	10	8 0·7	−15 33
3521	*h* 4041	7	8 0·7	−22 9
3534	*h* 4045	9	8 0·7	−50 10
3538	Δ 61	7	8 2·3	−28 52
—	β 334	8·0	8 2·9	−21 45
3543	*S* 563	—	8 3·3	−19 31
3555	Δ 62	6	8 3·3	−62 33
3559	*h* 4048	10	8 5·3	−41 54
3570	*h* 4049	10	8 6·2	−38 3
3571	Δ 63	6	8 6·4	−42 21
3574	Δ 64·65	2·3	8 6·4	−47 2
3586	*h* 4054	8	8h 6m·4	−62° 4'
3585	*h* 4053	8	8 6·5	−60 47
3563	*Hh* 290	—	8 6·6	−12 38
—	β 1064	6·0	8 6·6	−12 38
3578	*h* 4051	6	8 7·3	−36 59
3580	*h* 85	8	8 7·4	−35 31
3573	*h* 4050	9	8 7·5	−15 21
3591	*h* 779	—	8 9·0	−13 49
3602	*h* 4060	9	8 9·6	−36 7
3604	*h* 4058	6	8 9·7	−35 35
3628	*h* 4071	10	8 10·0	−64 13
3607	*h* 4059	6	8 10·2	−31 51
3610	Δ 67	6	8 10·2	−36 2
3608	*h* 2437	9·10	8 10·3	−29 30
3611	Δ 68	7	8 10·4	−36 2
3619	*h* 4065	10	8 10·4	−53 45
3612	*h* 2438	9·10	8 10·9	−19 41
3615	*h* 4063	8	8 10·9	−37 4
3621	*h* 4066	10	8 11·0	−43 14
3626	*h* 4069	6·5	8 11·2	−45 32
3614	*h* 782	9·10	8 11·6	−11 16
—	β 905	7·8	8 11·9	−16 1
3627	*h* 4070	7·5	8 12·2	−14 51
—	β 906	8·2	8 12·3	−15 56
3633	*h* 2441	9·10	8 13·9	−19 57
3634	*h* 4072	8·5	8 14·1	−19 39
3644	*h* 4074	10	8 14·4	−49 57
3653	*h* 4077	9	8 14·4	−62 34
3640	*h* 4073	8	8 14·5	−37 4
—	β 907	8·5	8 15·0	−12 32
3659	*h* 4079	7	8 15·3	−55 35
3654	*Br.* 1973	—	8 15·6	−44 43
3662	*h* 4081	—	8 16·0	−47 53
3663	*h* 4080	9	8 16·1	−46 49
3664	*h* 4082	10	8 16·2	−49 58
3668	*h* 4084	10	8 16·2	−58 51
3656	*h* 4078	8·5	8 16·4	−23 47
3667	*h* 4083	10	8 17·1	−35 54
3669	*h* 4085	5·5	8 17·6	−36 10
3678	*h* 4087	8	8 18·6	−40 40
3688	*h* 4089	10	8 19·3	−44 31
3685	*h* 4088	6	8 19·7	−28 39
3698	*h* 4090	8	8 20·0	−42 27
3699	*h* 2446	9	8 20·4	−30 19
3694	*h* 786	11	8 20·6	−15 54
3701	*S* 568	—	8 20·7	−23 43
3708	*h* 4091	9	8 21·5	−13 57
3714	*h* 4092	10	8 22·3	−39 13
3710	*h* 4449	11	8 22·5	−26 22
3722	Δ 69	6	8 22·5	−51 30

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3732	*h* 4096	9·5	8h 22m·6	−60° 40′
3733	*h* 4097	9·5	8 22·6	−60 39
3719	*h* 4098	8·5	8 22·7	−38 43
3739	*h* 4098	8·5	8 24·4	−39 46
3741	*h* 4099	8·5	8 24·5	−39 43
3744	*h* 4101	9·5	8 24·6	−19 59
3746	*h* 4102	—	8 25·4	−12 14
3742	*h* 4100	9·5	8 25·6	−18 0
3752	*h* 4104	6	8 25·9	−47 36
3753	Δ 70	6	8 26·1	−44 24
3747	*S* 569	—	8 26·2	−25 39
3756	Δ 71	7	8 27·0	−40 10
3757	*h* 4106	8	8 27·6	−36 22
3764	*h* 4108	9	8 27·6	−60 46
3760	*h* 4107	7	8 27·7	−38 44
—	β 205	7	8 28·8	−4 11
3785	*h* 4111	—	8 30·7	−49 36
—	β 206	8	8 31·2	−24 46
3792	*h* 4112	9	8 31·6	−18 29
3812	*h* 4117	8	8 32·6	−61 8
3796	*h* 4113	10	8 32·7	38 25
3799	*h* 4114	11	8 32·8	−10 38
3811	*h* 4116	8	8 33·4	−47 9
3807	*h* 4115	6·5	8 33·6	−33 23
3816	*h* 4119	9	8 34·0	−49 4
3828	*h* 4121	11	8 34·3	−63 16
—	β 208	6	8 34·8	−22 20
3824	*h* 4120	5·5	8 35·6	−29 12
3837	*h* 4125	7	8 35·6	−62 29
3829	*h* 4122	9·5	8 35·7	−45 52
3830	*h* 4123	9	8 35·8	−53 14
3838	Δ 72	7	8 36·8	−12 6
3843	*h* 4126	7·5	8 37·1	52 42
3846	*h* 4128	7·5	8 37·1	−59 58
3840	*h* 4127	5	8 37·3	−46 17
3856	*h* 4130	7·5	8 38·3	−57 11
3845	*h* 2463	7·5	8 38·5	−25 42
3852	*h* 4129	9	8 39·0	−36 9
3853	*h* 2464	10	8 39·0	−27 53
3864	*Br.* 2168	—	8 39·5	−52 44
3873	*h* 4133	5	8 40·8	−12 17
3884	*h* 4136	2·5	8 41·9	−54 20
3890	*h* 4139	10·5	8 42·1	−59 35
3897	*R* 9	—	8 42·7	−58 21
3889	*h* 4138	8	8 43·1	−39 9
3911	*h* 4142	8	8 44·4	−57 15
3903	*h* 4141	9·5	8 44·7	−28 26
3919	*h* 4144	7	8 46·4	−35 42
3926	*h* 4145	9·5	8 46·9	−53 38
3931	*h* 4147	11·5	8 47·4	−61 53

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·9	δ 1900·9
3932	*h* 4148	8	8h 48m·0:	−53° 44′
3935	*h* 4149	9	8 49·0	−37 49
3933	*h* 2474	9	8 49·1	−29 18
3934	*h* 2475	8	8 49·4	−25 38
3949	*h* 4152	9	8 50·1	−63 16
3944	*h* 4150	8	8 50·3	−41 27
3948	*h* 4151	10	8 50·8	−53 8
3953	*h* 4153	6	8 51·8	−44 40
3955	*h* 4155	11	8 51·8	−61 4
3954	*h* 4154	9·5	8 52·7	−31 42
3961	*h* 4156	5	8 52·8	−60 16
3964	Δ 73	7	8 53·4	−55 9
3975	*h* 4159	9	8 54·3	−53 12
3978	Δ 74	5·6	8 54·6	−58 51
3973	*h* 4157	8·5	8 54·8	−35 13
3979	*h* 4161	6·5	8 55·5	−46 51
3999	*h* 4167	8	8 57·8	−65 57
3990	*h* 2481	9·10	8 58·5	−28 41
3998	*h* 4165	6	8 58·6	−51 47
3994	*h* 2482	11	8 59·2	−25 54
4013	*h* 4171	10	8 59·2	−69 20
3996	*h* 4166	8	8 59·3	−33 13
4003	*h* 4168	12	8 59·9	−30 56
4004	*h* 4169	9	8 59·9	−37 48
4012	*h* 4170	11	9 0·2	−59 32
4025	*h* 4177	8	9 1·7	−55 57
4015	*h* 4172	8·5	9 2·0	−25 0
4027	*h* 4178	6	9 2·1	−57 28
4019	*h* 4173	11	9 2·3	−31 49
4024	*h* 4176	9·5	9 2·3	−11 43
4035	*h* 4181	11	9 3·3	−54 20
4029	*h* 4179	10	9 3·4	−34 20
4033	*h* 4180	8·5	9 3·7	−13 33
4037	*h* 2484	10	9 4·9	−29 48
—	β 410	7·0	9 5·4	−25 24
4044	*h* 4183	9	9 5·7	−29 58
4058	*h* 4185	9·5	9 6·0	−63 39
4055	Δ 75	9	9 6·3	−57 48
4059	*h* 4186	10·5	9 7·3	−14 54
4060	*h* 4187	3·5	9 7·5:	−44 17
4071	*h* 4188	6·5	9 8·8	−43 12
4077	*h* 4190	7	9 8·8	−57 33
4076	*h* 4189	9	9 9·0	−53 32
4085	*h* 4191	6·5	9 10·7	−42 49
4090	*h* 4192	9·5	9 10·8	−49 55
4098	*h* 4195	9	9 11·4:	−64 28
4092	*h* 4193	8	9 11·8	−32 44
4110	*h* 4196	10	9 13·4	−51 20
4114	*h* 4197	7	9 14·3	−52 23
4116	*h* 4198	10	9 15·2	−40 7

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4117	*h* 4199	9	9h 15m·6	−27° 21′	4353	*h* 4269	7	9h 53m·9	−47° 56′
4127	*h* 4200	8	9 16·5	−31 20	4364	*h* 4273	8	9 55·4	−54 29
4142	*R* 10	—	9 16·6	−69 22	4365	*h* 4274	9·5	9 55·7	−59 32
4130	*h* 4201	11·5	9 17·1	−28 33	4377	*h* 4278	9	9 56·6	−58 47
4134	*h* 4202	8	9 17·6	−45 34	4388	Δ 83	7	9 58·4	−54 31
4152	*h* 4206	6	9 17·6	−74 29	4397	Δ 84	7	9 59·4	−51 34
4136	*h* 4203	10	9 18·3	−32 19	4399	*h* 4282	7	10 0·6	−51 33
4158	*h* 4207	—	9 20·5	−64 28	4405	*h* 4283	8	10 0·7	−51 19
4169	*h* 4210	9	9 21·3::	−67 4	4406	*h* 4284	7·5	10 1·0	−45 24
4162	*h* 4208	9	9 21·5	−36 50	4415	*h* 4286	8	10 1·6::	−68 52
4164	*h* 4209	8·5	9 21·8	−47 51	4424	*h* 4289	10	10 4·8	−64 6
4177	*h* 4213	7·5	9 23·0	−61 31	4437	*h* 4294	10	10 5·9	−72 45
4181	*h* 4212	7	9 24·2	−42 8	4430	*h* 4291	11	10 6·0	−58 9
4195	*h* 4216	10	9 24·4	−69 32	4432	*h* 4292	6	10 6·0	−65 19
4187	Δ 76	7	9 24·9	−45 4	4426	*h* 4290	7	10 6·1	−45 17
4189	*h* 4215	11	9 25·0	−49 3	4438	*h* 4295	6	10 6·9	−68 11
4192	Δ 77	8	9 25·5	−44 6	4444	*h* 4298	11	10 8·0	−69 55
4223	*h* 4222	11	9 29·0	−70 41	4443	*h* 4297	10	10 8·4	−54 37
4212	*h* 4219	8	9 29·3	−42 20	4446	*h* 4299	9	10 9·5	−50 25
4217	Δ 79	7	9 30·0	−49 18	4462	*h* 4301	9	10 10·9	−65 12
4219	*h* 4220	7	9 30·1	−48 33	4470	*h* 4302	—	10 13·2	−57 29
4222	*h* 4221	9·5	9 30·3	−52 59	4485	*h* 4306	7	10 15·5	−64 11
4227	*h* 4225	10·5	9 30·3	−70 42	4483	*h* 4307	8	10 15·9	−51 4
4245	*h* 4232	9	9 35·3	−57 6	4493	*R* 13	—	10 17·2	−55 32
4243	*h* 4231	9·5	9 35·7	−41 13	4504	*h* 4314	9	10 18·0	−67 1
4254	*h* 4234	9	9 37·1	−51 50	4500	*h* 4312	7	10 18·3	−47 28
4258	*h* 4235	9·5	9 37·7	−50 42	4505	*h* 4315	9	10 19·2	−43 37
4275	*h* 4241	7	9 40·0	−66 27	4510	*h* 4316	8·5	10 19·9	−42 15
4270	*h* 4238	9	9 40·1	−51 28	4512	*h* 4317	9·5	10 20·5	−45 40
4274	*h* 4240	9	9 40·3	−59 34	4528	*h* 4319	9	10 22·4	−53 22
4285	*h* 4243	11	9 40·5	−71 28	4533	*h* 4320	9	10 23·0	−49 16
4279	Δ 80	8	9 41·4	−49 2	4546	Δ 85	8	10 25·4	−62 11
4281	*h* 4242	8·5	9 41·7	−41 12	4548	*h* 4323	10	10 25·4	−62 5
4287	*h* 4245	8	9 42·2	−45 27	4549	*h* 4324	10	10 25·9	−46 50
4299	*h* 4248	9·5	9 42·4	−69 20	4555	*h* 4327	8	10 26·7::	−53 57
4298	*h* 4247	9·5	9 43·5	−51 33	4563	Δ 87	7	10 27·0	−60 49
4308	*h Mm* 1507	—	9 44·6	−64 36	4560	*h* 4328	9·5	10 27·2	−51 21
4306	*h* 4251	9	9 44·7	−60 34	4559	Δ 86	7	10 27·4	−41 44
4309	*h* 4252	—	9 44·7::	−64 37	4567	*h* 4329	5	10 27·5	−53 12
4312	*h* 4254	—	9 46·1	−45 16	4566	Δ 88	7	10 27·7	44 33
4313	*h* 4255	11	9 46·2	−58 14	4571	Δ 89	7	10 28·2	−54 50
4315	*h* 4257	9·5	9 46·8	−49 43	4573	*h* 4330	5·5	10 28·7	−46 30
4319	*h* 4260	8·5	9 47·0	−57 46	4580	*h* 4333	6	10 28·7	−72 43
4318	*h* 4259	9·5	9 47·6	−42 3	4585	*h* 4335	9·5	10 29·2	−69 35
4330	*h* 4263	9	9 48·8	−59 58	4578	*h* 4332	7	10 29·3	−46 28
4333	*h* 4264	10	9 49·7	−51 3	4586	*Br.* 3086	—	10 29·4	−71 36
4336	Δ 81	6	9 50·4	−54 49	4592	Δ 91	8	10 30·1	−71 37
4342	*h* 4266	9·5	9 51·2	−51 36	4587	Δ 90	7	10 30·4	−53 58
4357	*R* 12	—	9 53·0	−68 43	4598	Δ 93	7	10 31·5	−63 37
4349	*h* 4267	9	9 53·3	−41 58	4605	Δ 92	7	10 32·2	−60 53

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4615	*h* 4338	10	10h 33m·6	—58° 8'	4698	*h* 4374	—	10h 44m·9	—58° 55'
4621	Δ 94	6	10 34·9	—58 40	4703	Δ 101	7	10 45·9	—59 22
4624	Δ 95	5·6	10 35·3	—55 5	4707	*h* 4377	10·5	10 46·3	—73 1
4635	*h* 4344	—	10 35·8	—74 4	4711	*h* 4378	7·5	10 47·4	—59 25
4632	*h* 4343	10·5	10 36·1	—64 34	4724	*h* 4380	9	10 48·9	—69 22
4639	*h* 4345	9·5	10 37·4	—53 35	4720	Δ 102	5	10 49·3	—58 21
4643	*h* 4347	—	10 38·3	—59 23	4722	Δ 103	5	10 49·4	—58 19
4644	*h* 4348	—	10 38·4	—59 27	4721	*h* 4379	9	10 49·6	—18 47
4646	Δ 96	8	10 38·9	—58 42	4736	*h* 4383	6	10 50·4	—70 11
4652	*h* 4351	10	10 38·9	—68 13	4734	*h* 4382	10	10 50·7	—63 26
4650	*h* 4346	8	10 39·2	—60 28	4743	*h* 4385	8	10 52·1	—41 30
4651	*h* 4350	—	10 39·4	—59 13	4746	*h* 4386	10	10 52·3	—52 57
4653	*Br.* 3181	—	10 39·4	—60 39	4747	*h* 4387	9	10 52·3	—57 1
4655	*h* 4352	8·5	10 39·8	—50 22	4749	*h* 4388	7	10 53·1	—45 20
4656	*h* 4354	—	10 39·8	—59 31	4756	*h* 4392	8	10 53·7	—70 49
4657	*h* 4353	—	10 39·8	—59 4	4755	*h* 4393	6·5	10 53·8	—68 30
4659	*h* 4355	—	10 40·0	—59 26	4759	*h* 4394	8	10 54·8	—12 35
4660	*h* 4356	7·5	10 40·1	—59 1	4765	*h* 4395	13	10 55·8	—59 47
4661	*h* 4357	—	10 40·2	—59 21	4767	Δ 104	8	10 56·1	—51 24
4662	*h* 4358	9	10 40·2	—59 34	4778	*h* 4397	—	10 57·2	—59 16
4663	*h* 4359	9	10 40·2	—59 34	4779	*h* 4398	9·5	10 57·5	—56 43
4664	*h* 4360	10	10 40·2	—59 3	4784	*h* 4399	10	10 58·3	—59 58
4666	*h* 4361	—	10 40·3	—59 24	4786	Δ 105	7	10 58·9	—61 18
4668	*Br.* 3194	—	10 40·6	—59 13	4790	*h* 4400	10	10 59·9	—60 50
4673	*h* 4363	—	10 40·8	—59 30	4794	*h* 4401	10	11 0·7	—54 44
4674	*h* 4364	—	10 40·8	—58 50	4804	*h* 4404	10	11 1·9	—58 10
4667	*h* 4362	9·5	10 41·0	—43 11	4803	*h* 4403	8	11 2·1	—43 32
4676	*h* 4366	2	10 41·2	—59 10	4805	*h* 4405	8	11 2·1	—52 44
4677	*h* 4367	10·5	10 41·3	—56 2	4808	*h* 4407	8	11 2·3	—43 31
4681	Δ 99	7	10 41·3	—70 20	4810	*h* 4408	8	11 2·5	—40 55
4678	*h* 4368	11	10 41·9	—42 57	4812	*h* 4409	5·5	11 2·6	—42 6
4682	*h* 4369	—	10 41·9	—58 58	4835	*h* 4414	5	11 8·3	—59 47
4686	*h* 4370	—	10 42·2	—59 2	4842	*h* 4416	10	11 8·4	—70 54
4688	Δ 100	6·7	10 42·4	—60 5	4840	*h* 4415	6	11 8·6	—63 38
4689	*h* 4371	—	10 42·7	—60 1	4881	Δ 107	8	11 15·0	—73 39
4694	*h* 4373	8·5	10 44·4	—40 54	4878	*h* 4425	—	11 15·1	—64 2
4701	*h* 4376	9·5	10 44·7	—69 59	4893	*h* 4429	9·5	11 17·4	—69 27

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2191	6h 6m·2	-52° 29'	*pB, cS, E, vsbM, *9 p 5s*	2381	7h 18m·9	-62° 53'	*vF, vS, R, am st*
2200	6 16·3	-43 38	*eF, pS, R, vlbM*	2396	7 23·5	-11 32	*Cl, vL, vlC*
2201	6 16·5	-43 40	*eF, S, R, psbM*	2401	7 24·8	-13 46	*Cl, S, eRi, cC, st S*
2220	6 18·2	-44 43	*Cl, B, P, st 8 . . . .*	2409	7 27·2	—16 59	*Cl, S* aber *B, st 8 . . . 10*
2298	6 45·3	35 53	⊕ *B, pL, iR, gbM, rr*	2413	7 28·7	-12 53	*Cl, vL, P, vlC*
2310	6 50·7	—40 44	*pB, pL, mE 15°, psbM*	2414	7 28·7	-15 14	*Cl, P, lC, st 9 . . .*
2328	6 59·4	—41 55	*F, S, vlE, bM, am st*	2417	7 28·9	—62 3	*vF, L, R, gbM, r*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0		δ 1900·0		Beschreibung des Objects
2421	7h	31m·9	—20°	23'	Cl, L, cRi, st 11 . . . 13
2422	7	32·0	— 14	16	Cl, B, vL, pRi, st L und S
2423	7	32·5	—13	38	Cl, vL, Ri, pC, st vS
2425	7	33·7	—14	40	Cl, P, S, st vS
2427	7	33·7	—47	24	eF, L, pmE, gmbM, 2 st inv
2428	7	34·7	16	17	Cl, vL, vlC
2430	7	34·9	- 16	7	Cl, vL, vlC
2432	7	36·5	— 18	51	Cl, pL, pC, E0°, st L und S
2439	7	37·0	— 31	25	C, B, pRi, pL, lC, st 9, 12 . . . 14
2437	7	37·2	—14	35	!, Cl, vB, vRi, vL, inv ○
2438	7	37·3	—14	31	○, pB, pS, vlE, r, 3s·75 d
2440	7	37·5	17	59	○, cB, nicht sehr gut definirt
2447	7	40·4	— 23	38	Cl, L, pRi, lC, st 8 . . . 13
2448	7	40·4	-24	27	Cl 18 bis 20 st 11 . . . 13
2452	7	43·4	27	6	⊙, F, S, lE, am 60 st
2453	7	43·6	-27	0	Cl, S, pRi, pC
2455	7	44·6	21	3	Cl, cL, pRi, lC st 12
2467	7	48·3	—26	8	pB, vL, R, er, *8 M
2477	7	48·7	-38	17	!, Cl, B, Ri, L, lC, st 12
2478	7	50·2	-15	10	Cl
2479	7	50·5	-17	27	Cl, pL, pRi, pC, st S
2482	7	50·7	24	2	Cl, L, cRi, vlC
2483	7	50·7	27	36	Cl, L, lC
2489	7	52·2	29	48	Cl, pL, cRi, pC, st 11 . . 13
2502	7	53·3	-52	1	pF, S, R, vgpmbM
2501	7	53·9	-14	5	cF, S, vlE 90°, glbM, am st
2509	7	56·3	— 18	47	Cl, B, pRi, lC, st S
2516	7	56·7	-60	35	Cl, vB, vL, pRi, st 7 . . . 13
2517	7	58·2	—12	1	F, vS, R, bet 3 st 13·14
2520	7	58·4	- 27	54	Cl, B, pRi, pC
2525	8	0·9	—11	9	cF, pL, R, vglbM, am st
2527	8	1·1	-27	53	Cl, vL, pRi, lC, st 10 . . . 15
2533	8	3·0	- 29	37	Cl, pL, Ri, C, st 9. 13 . . 14
2539	8	6·0	—12	32	Cl, vL, Ri, lC st 11 . . . 13
2542	8	6·6	—12	38	Neb. * 5. mag.
2547	8	7·7	-48	58	Cl, B, L, lC, st 7 . . . 16
2546	8	7·9	- 37	5	Cl, B, L, lC, iE, st 9 . . . 12
500'	8	8·1	15	45	vF, dif, vF * att
2559	8	13·0	—27	9	F, pL, gmbM, am 60 st
2564	8	14·2	—21	30	vF, S, R, gbM, zwisch. viel. Sternen
2566	8	14·5	—25	9	vF, cL, er
2567	8	14·6	—30	20	Cl, pL, pRi, lC, iR, st 11 . . . 14
2568	8	14·6	- 36	49	vF, pL, F, * inv
2571	8	14·9	—29	26	Cl, vL, cRi, lC, st 9 . . .
2578	8	16·7	—13	0	F, vlE, gbM, r, am 50 st
2579	8h	17m·1	—35°	54'	D* in pS neb, am 70 st
2580	8	17·4	— 30	0	Cl, cL, pRi, pC, R, st 12
2587	8	19·3	- 29	10	Cl, pmCM, iF, st 9 . . . 13
2588	8	19·3	—32	39	Cl, F, S, R, gbM, st 15
2609	8	27·6	—60	46	Cl, pS, lRi, lC
2610	8	28·8	—15	48	F, S, att * 13, * 7 nf
2612	8	29·0	—12	50	B, S, E, psbM, bet 2 st
2613	8	29·0	—22	38	cB, L, vm E 110°
2626	8	31·9	—40	19	*9 inv in pB, pL, R neb
2627	8	33·1	-29	36	Cl, cL, pRi, pC, st 11 . . . 13
2635	8	34·5	—34	24	Cl, pmC, irr Δ, st 13 . . .
2640	8	34·8	- 54	46	pB, S, R, 3 od. 4 vS st p nr
2645	8	35·7	—45	52	Cl, S, st L und S
2659	8	39·2	44	36	Cl, L, Ri, pmE, st 11 . . 14
2660	8	39·3	—46	51	Cl, pS, mC, iR, gbM, st 13 . . . 15
2658	8	39·4	32	17	Cl, pS, lRi, lC, iF st 12·13
2663	8	41·1	- 33	28	pF, pS, lE
2665	8	41·5	—18	57	F, S, R, gbMN
2669	8	42·0	—53	36	Cl, L, P, lC, st 10 . . . 13
2670	8	42·3	—48	25	Cl, pL, P, lC, st 13 . . .
2671	8	42·6	— 41	31	Cl, pRi, lCM, st 12 . . . 13
2714	8	51·1	—58	50	eF, S, R, pslbM
2718	8	52·6	-24	17	pF, S, R, vgpmbM
524'	8	53·7	- 18	48	vF, vS, R, vFN:
2736	8	56·9	-45	30	!, eeF, vL, vvmE 19°
2772	9	3·3	23	14	eF, lE, lbM
2788	9	7·2	—67	31	vF, vS, mE 105°
2784	9	7·9	— 23	45	B, L, mE 64°, gmbM
2792	9	8·7	—42	1	! ⊙ pB = *9, vS, R, am st
2808	9	10·0	64	27	!! ⊕, vL, eRi, vgeCM, 45s d st 13 . . . 15
2821	9	11·2	—69	14	pF, vS, R, glbM
2815	9	11·9	23	12	F, S, lE, gbM
2818	9	12·0	—36	12	! ⊙, pB, pL, R, vglbM, in L Cl
2820	9	12·4	—26	25	eF, *11 att
2836	9	12·2	—68	56	F, pS, R, glbM
2842	9	13·4	—62	39	F, vS, bet 2 st
2845	9	14·7	37	36	vF, S, R, *12 att sf
2849	9	15·4	—40	8	eF, cL, R, vglbM, rr
2866	9	18·6	— 50	41	Cl, lC
2867	9	18·6	-57	53	!! ⊙ = *8, vS, R, *15, 59°, 13''
2883	9	21·2	— 33	40	vF, S, vglbM, rrr, st 15
2887	9	21·2	-63	23	F, S, R, pmbM, B * nr
2888	9	22·0	— 27	36	cF, S, R, gmbM
2891	9	22·5	— 24	24	F, S, R, bM
2899	9	23·9	—55	41	F, pL, R, gmbM, am 80 st
2910	9	26·9	—52	28	Cl, cL, pRi, pC, st 10 . . . 14
2925	9	30·3	—53	0	Cl, pRi, pC, D *

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2932	9^h 31^m·6	—46° 29′	*Cl, eL, vRi, st L* und *S*	3293	10^h 29^m·6	—57° 40′	*Cl, B, Ri, pL*
2972	9 36·7	—49 52	*Cl, S, lRi, pC, st* 13	3318	10 32·9	—41 7	*cF, pL, pmE, lbM*
2982	9 38·4	—43 45	*Cl, P, E, st* 10 11	3324	10 33·6	—58 6	*pB, vvL, iF, D* * *inv*
2995	9 40·7	—54 19	*Cl, P, lC*	3330	10 34·6	—53 36	*Cl, P, st* 9 . . .
2999	9 41·5	—49 58	*Cl, S, lRi, iF, st* 12 . . . 15	3366	10 40·8:	—43 11	*F, E, gbM,* * 6·7 *n* [illegible]
3033	9 45·4	—55 57	*Cl, pL, pRi, iF, st* 11 . . . 12	3372	10 41·2	—59 9	! Grosser Neb., η *Argûs*
3036	9 46·2	—62 13	*Cl, cL, lC*	3446	10 47·7	—44 37	*Cl, pL, P, lC, iF, st* 9 . . 13
3059	9 48·9	—73 27	*F, L, iR, glbM, S* * *inv*	3482	10 54·1	—46 2	*eF, S, R, gbM*
3105	9 57·2	—54 18	*Cl, C, lE, st* 13 . . . 16	3496	10 55·8	—59 48	*Cl, pL, pRi, lC, st* 13
3114	9 59·5	—59 38	*Cl, eL, lC, B, st* 9 . . . 14	3503	10 57·2	—59 19	3 *S st* 10 *m in vF neb*
3136	10 3·2	—66 53	*pB, pS, R, gbM,* * 13 *n*	3519	11 0·0	—60 49	*Cl, pRi, pC*
3199	10 13·2	—57 28	*!, vB, vL, D* * *inv*	3532	11 2·3	—58 8	!! *Cl, eL, R, lC, st* 8 . . . 12
3201	10 13·5	—45 54	⊕, *vL, iR, lCM, st* 13 . . 16	3572	11 6·2	—59 42	*Cl, pRi, lC*
3211	10 14·6	—62 11	⊙ = * 10, *R, am* 150 *st*	3576	11 7·6	—60 50	*F, lE*
3228	10 17·7	—51 13	*Cl,* 9 *L* und einige *S st*	3579	11 7·6	—60 41	*F, lE, sbN*
3247	10 21·1	—57 23	*st inv in neb*	3581	11 7·7	—60 46	* 12 mit fächerartigem Nebel
3255	10 23·3	—60 10	*Cl, S, vC, st* 15				
3256	10 23·6	—43 23	*cB, S, R, gmbM*	3582	11 7·9	—60 43	*B, bM* *
3261	10 24·7	—44 8	*F, S, R, am st*	3584	11 8·1	—60 39	*F, L, E* 0°, *bM*
3262	10 24·8	—43 41	*eF, S, R*	3586	11 8·2	—60 48	*eF, S, E,* 160° ±
3263	10 24·9	—43 37	*F, S, mE* 280°, *psbM*	3590	11 8·7	—60 15	*Cl, pRi, C, E*
3283	10 28·5	—45 34	*pF, S, R, gbM*	3603	11 10·8	—60 43	⊙ und *neb, st* 15 . . . 18

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maxim.	Grösse Minim.	Periode, Bemerkungen
L_2 Puppis . .	$7^h10^m29^s$	—44° 28′·8	3·5	6·3	1872 März 20 + 140·[illegible] *E*
X Puppis . .	7 28 27	—20 41·7	8	9·6	—
W Puppis . .	7 42 39	—41 57·1	9·5	12·0	—
S Puppis . .	7 43 50	—47 51·9	7·2	9	—
V Puppis . .	7 55 22	—48 58·4	4·4	5·2	—
U Puppis . .	7 56 8	—12 33·8	8·5—9·0	< 14	1881 März 8 + 315 *E*
V Carinae . .	8 26 41	—59 47·3	7·2	8·0	—
X Carinae . .	8 29 7	—58 53·2	7·8	8·6	1893 Febr. 22 + 0·5413365 *E*
T Velorum . .	8 34 26	—47 0·7	7·5	8·5	—
R Pyxidis . .	8 41 17	—27 50·2	8·0	< 11	1889 Dec. 13 + 355 *E*
W Carinae .	9 19 15	—55 32·0	7·5	8·5	—
X Velorum .	9 28 11	—56 35·6	3·4	4·4	Kurze Periode
S Velorum .	9 29 27	—44 45·9	7·8	9·3	Min. 1894 Mai 1^d 8^h 22^m·5 + 5^d 22^h 24^m·35 *E*, Algol Typus
U Velorum .	9 29 28	—45 4·3	8·1	8·5	—
R Carinae . .	9 29 44	—62 20·8	4·3—5·7	9·3—10·0	1871 Aug. 13 + 309·5 *E* + 25 *sin* (9° *E* + 279°)
l Carinae . .	9 42 30	—62 2·8	3·7	5·2	1871 Juli 24 + 35·65 *E*
RR Carinae .	9 54 50	—58 23·0	8·2	9·6	—
S Carinae . .	10 6 11	—61 3·6	6·0	9·0—9·2	1872 Mai 8 + 148·7 *E*
Z Carinae . .	10 10 24	—58 21	9·4	12·1	—
Y Carinae . .	10 29 25	—57 59·0	7·8	8·6	1894 Febr. 9 + 3·637 *E*
η Carinae . .	10 41 11	—59 9·5	> 1	7·4	Unregelmässig
T Carinae . .	10 51 18	—59 54·2	6·2	6·9	Wahrscheinlich kurze Periode
U Carinae . .	10 53 44	—59 11·8	6·7	8·5	1892 Febr. 1 + 38·6 *E*
RS Carinae .	11 3 54	—61 23·6	8	11	Neuer Stern (?)

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$6^h\ 20^m\ 10^s$	−53° 17′	6·7	*R*	50	$7^h\ 53^m\ 51^s$	−43° 13′	7	*R*
2	6 21 22	−52 7	6·4	*R*	51	7 54 4	−43 51	5·7	*R*
3	6 28 7	−43 39	6·9	*R*	52	7 54 38	−60 16	6·3	*R*
4	6 34 42	−43 6	3·5	*F*	53	7 54 58	−58 51	7·0	*R*
5	6 35 58	−48 8	5·3	*F*	54	7 55 43	−45 19	5·6	*R*
6	6 43 36	−52 18	6·5	*F*	55	7 55 57	−39 2	5·9	*R*
7	6 43 57	−37 49	5·3	*R*	56	7 57 30	−12 45	*var*	*R?*
8	6 45 22	−55 25	6·3	*R*	57	7 57 56	−60 19	5·5	*R*
9	6 47 15	−34 15	5·4	*R*	58	8 0 2	−19 29	8·6	*O*
10	6 47 27	−50 30	3·2	*R*	59	8 0 2	−17 23	6·8	*G O*
11	6 49 45	−43 51	6·7	*R*	60	8 0 22	−32 24	5·8	*R*
12	6 51 18	−42 14	6·7	*R*	61	8 1 53	−33 17	6·6	*R*
13	6 53 36	−48 35	6·5	*R*	62	8 1 54	−50 18	6·6	*R*
14	6 58 25	−51 15	5·8	*R*	63	8 3 28	−44 59	5·7	*F*
15	7 2 36	−38 14	6·5	*R*	64	8 3 42	−48 13	6·7	*R*
16	7 8 6	−48 46	5·6	*R*	65	6 6 11	−48 23	6·2	*R*
17	7 10 28	−44 29	*var*	*R*	66	8 7 21	−61 0	5·3	*R*
18	7 13 22	−46 36	6·1	*R*	67	8 7 47	−39 19	4·8	*R*
19	7 13 37	−36 55	2·7	*R*	68	8 10 40	−49 54	6·0	*R*
20	7 15 10	−39 2	5·8	*R*	69	8 12 11	−35 36	6·8	*R*
21	7 25 1	−31 38	7	*F*	70	8 14 28	−35 8	6·2	*R*
22	7 26 49	30 45	5·3	*R*	71	8 16 7	−22 36	6·3	*R*
23	7 27 31	−20 43	8·0	*R*	72	8 17 27	−32 44	5·7	*R*
24	7 28 55	−19 11	6·2	*R*	73	8 19 35	37 58	6·5	*R*
25	7 29 12	−14 18	5·2	*R*	74	8 20 45	−23 43	5·8	*R*
26	7 31 28	−14 16	6·0	*R*	75	8 21 59	12 12	5·9	*R*
27	7 31 50	−21 56	6·7	*O R*	76	8 26 28	−31 50	6·1	*R*
28	7 32 41	−21 10	7·0	*G*	77	8 26 41	36 23	7·0	*R*
29	7 34 53	−16 37	6·3	*O R*	78	8 28 46	−24 16	6·4	*R*
30	7 35 33	−18 50	9·0	*R?*	79	8 29 0	−31 11	6·9	*R*
31	7 35 49	−15 2	5·4	*R*	80	8 31 41	−49 36	5·6	*R*
32	7 38 41	−26 7	6·5	*R*	81	8 34 9	−19 23	6·7	*O R*
33	7 39 30	−28 10	5·0	*F*	82	8 35 33	−29 12	5·4	*R, var?*
34	7 39 47	−28 43	4·2	*R*	83	8 36 11	−34 57	4·4	*R*
35	7 39 52	−44 55	5·6	*R*	84	8 37 10	−44 50	6·4	*R*
36	7 40 17	−40 41	5·7	*R*	85	8 37 56	−46 58	5·2	*R*
37	7 41 41	−37 44	3·6	*F*	86	8 43 25	−34 14	7·0	*F*
38	7 43 30	−56 29	6·4	*R*	87	8 45 51	−29 5	6·5	*R*
39	7 43 53	−38 16	5·9	*R*	88	8 52 21	−54 35	6·4	*R*
40	7 44 43	−40 24	*var*	*R*	89	9 0 43	−46 42	4·6	*R*
41	7 44 50	−24 40	6·3	*R*	90	9 3 40	−25 27	4·9	*F, var?*
42	7 45 3	−13 50	7·2	*O R*	91	9 4 19	−43 2	2·5	*R*
43	7 45 5	−24 36	3·5	*R*	92	9 11 20	−55 9	6·0	*R*
44	7 45 10	−16 58	5·7	*R*	93	9 12 41	−43 51	5·6	*F*
45	7 45 22	−46 49	5·1	*R*	94	9 14 37	−54 4	7·0	*R*
46	7 45 46	−33 2	6·3	*R*	95	9 14 46	−50 37	5·8	*F*
47	7 48 47	−40 19	4·0	*R*	96	9 16 30	−31 20	6·9	*R*
48	7 49 23	−36 6	6·0	*R*	97	9 17 5	−25 32	5·2	*R*
49	7 52 49	−57 2	6·1	*R*	98	9 18 0	−41 46	6·4	*R*

Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe
	1900·0					1900·0			
99	$9^h18^m33^s$	−61° 59′	5·5	*R*	116	$10^h18^m2^s$	−41° 9′	5·3	*R, var*
100	9 20 48	−59 52	6·9	*R*	117	10 22 57	−54 22	6·2	*R*
101	9 28 11	−56 35	3·2	*R, var*	118	10 28 16	−44 6	6·4	*R*
102	9 46 52	−46 28	6·4	*R*	119	10 28 41	−72 32	5·6	*F*
103	9 47 28	−45 44	6·2	*R*	120	10 31 41	−57 3	5·3	*R*
104	9 47 47	−46 3	7	*R*	121	10 32 36	−59 3	5·5	*R, var*
105	9 48 5	−58 57	6·6	*R*	122	10 35 11	−58 18	6·8	*R*
106	9 53 21	−54 6	3·9	*F*	123	10 38 48	−58 42	6·5	*R, var*
107	10 2 13	−46 53	5·7	*R*	124	10 39 43	−60 3	5·2	*R*
108	10 5 56	−65 19	5·7	*R*	125	10 41 20	−46 56	7·0	*F*
109	10 10 54	−42 37	6·2	*R*	126	10 49 25	−58 19	4·1	*R*
110	10 11 28	−55 3	6·9	*R*	127	10 51 17	−59 59	*var*	*R*
111	10 11 30	−55 10	7·6	*R*	128	10 53 44	−59 12	7·0	*F*
112	10 11 38	−55 12	7·8	*R*	129	10 57 36	−40 35	6·9	*R*
113	10 12 16	−55 1	7·2	*R*	130	11 2 25	−61 53	5·3	*R*
114	10 15 51	−54 32	5·4	*R*	131	11 4 19	−58 26	4·6	*F*
115	10 16 12	−47 12	6·3	*R*	132	11 13 14	−67 16	6·8	*R*

Genäherte Präcessionen für 10 Jahre.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−10°	−20°	−30°	−40°	−50°	−60°	−65°	−70°	−75°	α	Δδ
$6^h\ 0^m$			23^s	20^s	15^s	8^s	2^s			$6^h\ 0^m$	[illegible]
6 30			23	20	15	8	2			6 30	[illegible]
7 0			23	20	15	8	3			7 0	[illegible]
7 30	29^s	26^s	24	20	16	9	4			7 30	−1[illegible]
8 0	29	26	24	21	17	11	6			8 0	[illegible]
8 30	29	27	25	22	18	12	8			8 30	−2[illegible]
9 0			25	23	19	14	10	5^s	4	9 0	−2[illegible]
9 30			26	24	21	17	13	8	0	9 30	−2[illegible]
10 0				25	23	19	16	12	+ 6	10 0	−2[illegible]
10 30				26	25	22	20	17	12	10 30	[illegible]
11 0				28	27	25	23	21	18	11 0	−5[illegible]
11 30				29	29	28	27	26	24	11 30	[illegible]

Aries (der Widder), PTOLEMÄI'sches Sternbild, am nördlichen Himmel, [illegible] Thierkreis. Die Grenzen sind ziemlich regelmässig und hier wie folgt [illegible] genommen. Von $1^h\ 40^m$ in Rectascension beginnend läuft die nördliche [illegible] $2^h\ 20^m$ auf dem 26ten Grad nördlicher Deklination, sodann bis $3^h\ 20^m$ auf [illegible] 30ten Grad. Die südliche Grenze, ebenfalls bei $1^h\ 40^m$ beginnend, geht [illegible] $2^h\ 0^m$ auf dem 6ten Grad, dann auf dem 10ten Grad bis $3^h\ 0^m$, endlich [illegible] $3^h\ 20^m$ auf dem 14ten Grad nördlicher Deklination. HEIS verzeichnet 1 Stern 2ter Grösse, 1 der 3ten Grösse, 4 der 4ten Grösse, 11 der 5ten, 63 der [illegible] und 6·7ten Grösse, im Ganzen also 80 dem blossen Auge sichtbare Sterne.

Aries grenzt im Norden an Triangulum und Perseus, im Osten an Ta[illegible], im Süden an Cetus und Pisces, welche zugleich die westliche Grenze bilden.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 784	8·9	1h 40m·6	+22° 26′	980	h 2152	7	2h 33m·0	+19° 18′
644	Σ 159	8	1 41·7	+16 52	981	h 2153	9·10	2 33·2	+17 4
656	Σ 165	8	1 42·9	+19 48	983	Σ 287	7·5	2 33·5	+14 26
—	β 510	8	1 43·1	+15 49	989	Σ 289	5·8	2 34·8	+26 39
662	h 644	8	1 43·4	+ 7 11	990	OΣ 43	7	2 34·8	+26 11
670	Σ 174	6·2	1 44·6	+21 47	999	Σ 291	7·4	2 35·5	+18 22
671	Σ 173	7·8	1 44·6	+13 52	—	β 522	6	2 36·7	+19 35
677	Σ 175	8·2	1 45·5	+20 37	—	β 306	6·5	2 38·0	+25 13
685	Σ 178	7·8	1 46·7	+10 19	1020	Σ 300	7·9	2 38·7	+29 0
694	Σ 180	4·2	1 48·0	+18 48	—	β 740	7·5	2 41·7	+29 46
—	β 512	9	1 48·3	+18 48	1036	Σ 305	7·3	2 41·8	+18 57
702	S.C.C. 73	2·8	1 49·1	+20 19	1047	Σ 311	4·9	2 43·7	+17 3
705	h 1096	10	1 49·6	+15 8	1046	OΣ 46	7	2 43·9	+28 5
712	h 19	12	1 50·5	+11 17	1048	h 656	7	2 44·0	+30 7
713	h 646	10	1 50·5	+ 7 18	1049	Σ 277	5·0	2 44·1	+26 51
719	h 3243	10·11	1 51·6	+25 49	1080	Σ 326	7·5	2 49·7	+26 29
722	Σ 189	8·9	1 51·7	+18 28	—	β 1173	7·7	2 51·2	+23 37
728	Σ′ 175	8·2	1 52·3	+23 7	—	β 525	7·0	2 53·1	+21 13
737	Σ 194	8·0	1 53·7	+24 21	1098	Σ 333	5·7	2 53·5	+20 56
738	Σ 196	8·5	1 54·0	+20 32	1102	h 660	10	2 53·8	+10 23
744	S.C.C. 79	—	1 55·0	+ 6 25	1108	OΣ 49	7	2 54·9	+17 37
—	β 515	7·5	1 55·7	+16 4	1118	Σ 338	8·2	2 56·4	+10 28
746	Σ 200	8·5	1 56·0	+23 37	1122	Σ 339	8·2	2 58·0	+28 7
757	h 20	10	1 57·3	+12 3	1127	Σ 342	8·3	2 59·1	+27 32
756	Σ 206	8·0	1 57·4	+10 54	1129	Σ 346	6·0	2 59·6	+24 52
758	h 647	10	1 57·4	+ 7 11	1139	Σ 350	8·0	3 0·9	+20 12
759	Σ 207	8·5	1 57·6	+17 12	1143	Σ 353	9	3 2·0	+27 27
761	Σ 208	6·2	1 58·0	+25 27	1145	Σ 354	8	3 2·2	+24 11
778	Σ 212	8·0	2 0·6	+24 38	1156	Σ 359	8	3 5·5	+22 3
783	Σ′ 193	2·0	2 1·5	+22 59	1166	h 3244	11	3 6·4	+18 30
786	Σ 214	8·0	2 1·9	+15 7	1176	h 2178	10·11	3 8·6	+20 35
792	OΣ² 23	5·6	2 3·7	+25 28	1180	Σ 366	7	3 9·5	+22 35
799	Σ 221	7·7	2 4·2	+19 52	—	β 530	7	3 9·5	+22 35
809	Σ 224	7·5	2 5·4	+13 13	1187	h 2181	10	3 10·6	+18 48
815	Σ 226	7·8	2 6·6	+23 30	1198	h 1134	11	3 12·1	+28 11
819	R 2	—	2 7·2	+20 44	1207	Σ 375	8·0	3 14·5	+23 20
832	h 2119	9·10	2 9·4	+18 22	1208	Σ 376	7·9	3 14·6	+19 22
839	h 22	10	2 10·0	+11 36	1210	Σ 377	8·3	3 14·9	+18 50
840	Σ 237	8·4	2 10·2	+10 20	1214	h 3245	11	3 15·1	+17 15
857	Σ 244	8·8	2 11·9	+21 44	1215	h 3246	9·10	3 15·1	+17 18
883	Σ 254	8·5	2 15·9	+23 11	1220	Σ 379	8·5	3 16·7	+29 28
907	Σ 261	8·6	2 19·0	+11 4	1224	Σ 381	7·5	3 17·6	+20 37
925	Σ 269	7·5	2 22·3	+29 25	1226	H 85		3 18·2	+28 5
926	Σ′ 240	7·2	2 22·9	+29 29	1230	Σ 383	8·0	3 18·6	+17 12
931	Σ 271	6·5	2 24·8	+24 48	1250	Σ 394	7·0	3 22·2	+20 7
939	h 2145	10·11	2 26·5	+17 17	1251	Σ 395	8·5	3 22·5	+28 43
940	Σ 273	7·7	2 26·5	+17 56	—	β 878	8·9	3 22·6	+22 27
964	Σ′ 253	6·1	2 31·2	+24 13	1259	Mad.	—	3 24·1	+27 28

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
156'	1h 40m·1	+10° 3'	*pB, S, R, mbMN* = *12	212'	2h 8m·1	+16° 6'	*F, vS, R, stellar*
157'	1 40·3	+12 22	*eeF, S, R, D** *p*	213'	2 8·6	+15 58	*F, S, gbM,* * 13·5 nahe
671	1 42·0	+12 37	*eF, pS, R, bet D** und *	870	2 11·7	+14 3	*eF, stellar*, 2 *vF** *sp* nahe
673	1 43·1	+11 2	*pF, pL, E, lbM,**11 *nf* 3'	871	2 11·7	+14 5	*vF, vS, E,* * 10 *sf* 5'
161'	1 43·4	+ 9 52	*eeF, vS, R*	876	2 12·5	+14 4	*eF, S, R*
162'	1 43·6	+10 2	*eeF, S, lE*	877	2 12·6	+14 5	*pF, pL, lE, pgbM*
674	1 43·7	+21 51	*pB, vmE,* *14 *f* 8s				*12 *sf* 1', *9 166°, 5'
675	1 43·7	+12 33	*vF, S, R, lbM*	882	2 14·2	+15 22	*eF, R, gbM,* * 16 *nr*
677	1 43·8	+12 34	*eeF, S, R*	222'	2 17·5	+11 10	*F, S, irr, N excentr.*
678	1 43·9	+21 30	*pB, S, iR, mbM*	900	2 17·8	+26 3	*vF, vS, stellar*
680	1 44·3	+21 28	*pB, S, iR, mbM*	901	2 17·9	+26 6	*eF, vS*
683	1 44·5	+11 12	*eF,* 2 *st* 14 *p*	915	2 20·0	+26 45	*eF, vS, stellar*
691	1 45·1	+21 15	*F, cL, vglbM*	916	2 20·0	+26 46	*eF*
694	1 45·4	+21 30	*F, S, R, bet* 2 *st* 15	918	2 20·3	+18 3	*pF, L, R,* * 10 *sf* 3'
167'	1 45·6	+21 22	*eF,* * 10·5 *n* 4'	919	2 20·5	+26 45	*eF*
695	1 45·7	+22 4	*vS, stellar*	924	2 21·2	+20 3	*eF, vS, iR*
697	1 45·8	+21 52	*F, cL, E, mbM*	927	2 21·2	+11 43	*F, S, bM*
711	1 47·0	+17 1	*vF,* * *in vF, vS neby*	928	2 21·9	+26 46	*eF, vS, stellar*
716	1 47·6	+11 34	*eF, S, R, B***f*	930	2 22·3	+19 54	*eF, S, iR, vgbM*
719	1 48·4	+19 22	*eF, R, vF***f*	932	2 22·3	+19 54	*F, S, lE,* 3 *st* [illegible]
722	1 49·3	+20 13	*vF, vS, R,* β Ariet. *n*	935	2 22·7	+19 9	*pB, pS, R,* * *f* 6s
765	1 53·2	+24 25	*vF, vS*	938	2 22·9	+19 50	*pB, S, R, bM,* * 11
766	1 53·4	+ 7 52	*vF, S, R,* * 11, 2', 75°	953	2 25·2	+29 8	*pF, S, R, mbM*
770	1 53·7	+18 28	*vF, S, R*	962	2 26·7	+27 38	*eF, S, gbMN*
772	1 53·8	+18 31	*B, cL, R, gbM, r*	235'	2 27·3	+20 11	*F, S,* [illegible]
774	1 54·2	+13 30	*vF, stellar*	972	2 28·2	+28 52	*pB, cL, E, gmbM* [illegible]
776	1 54·3	+23 9	*F, pL*	976	2 28·4	+20 31	*vF, vS,* [illegible]
180'	1 54·4	+23 6	*vF, eS, R, stellar*	984	2 29·0	+22 59	*vF, eS, R, bM*
181'	1 54·5	+23 9	*eF, eS, stellar*	238'	2 29·8	+12 23	*vF, vS, R, mbM*
182'	1 54·6	+ 6 54	*F, pL, bi N*	990	2 30·9	+11 13	*F, S, R, psbM*
781	1 54·9	+12 12	*eF, stellar*	992	2 31·6	+20 40	*pF, pS, mE,* * [illegible]
786	1 55·9	+15 9	*eF, vS*	1012	2 33·3	+29 43	*F, pS, iR, bM,* [illegible]
187'	1 56·2	+25 59	*eeF, R*	1024	2 33·6	+10 25	*pF, S, lE, bM,* * 11 [illegible]
189'	1 56·3	+23 4	*vF, vS, R,* * 13·5 nahe	1028	2 34·1	+10 24	*eF*
190'	1 56·5	+23 4	*F, vS, R, mbM*	1029	2 34·2	+10 21	*F, S, mE*
792	1 56·8	+15 14	*eF, S, R,* * 11 75°	1030	2 34·3	+17 36	*vF, iE*
191'	1 57·0	+17 53	*pB, pL, lE* } Identisch?	1036	2 34·9	+18 51	*F, S, R, lbM*
794	1 57·1	+17 54	*vF, cS, stellar* }	248'	2 35·8	+17 23	*vF*
192'	1 57·1	+15 32	*F, L, R, lbM*	1054	2 36·6	+17 47	*vF, vS, lE*
193'	1 57·4	+10 35	*eF, pS, lE, B** *sf, F***f*	1056	2 36·9	+28 9	*F, S, R, psbM*
803	1 58·3	+15 33	*vF, S, iR, glbM,**10 *p* 3s	1059	2 37·0	+17 35	*eF,* [illegible]
195'	1 58·3	+14 13	*eeF, S, R, F** *s*	255'	2 41·5	+15 50	*vF, vS, R,* * 12 [illegible]
196'	1 58·5	+14 14	*pF, pS, R,* 3 *st nr*	1088	2 41·6	+15 45	*vF, S, iF*
810	1 59·9	+12 47	*vF, vS, R, bM*	1109	2 44·2	+12 50	*vF*
817	2 2·5	+16 44	*eF, vS, R,* 2 *st nr*	1111	2 44·2	+12 49	*F, vS, stellar*
820	2 3·0	+13 53	*F, vS, R, bM*	1112	2 44·5	+12 48	*F, pS*
821	2 3·0	+10 31	*pB, vS, vlE, svmbM,*	1113	2 44·7	+12 53	*vF*
			* 10 *np* 1'	1115	2 44·9	+12 50	*vF*

Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ	Beschreibung des Objects
1116	$2^h 45^m·1$	+12° 55'	*v F*	1166	$2^h 55^m·1$	+11° 27'	*e F, S*
1117	2 45·3	+12 45	*S* * nahe	1168	2 55·3	+11 23	*e F*
1127	2 47·4	+12 50	*v F*	279'	2 55·6	+15 49	*v F, v S, R, dif*
1134	2 48·2	+12 35	*F, S, i R, r*	1170	2 56·5	+26 40	*e L, dif*
267'	2 48·7	+12 26	*v F, p S, dif*	1236	3 6·0	+10 25	*e F, v S, R*
1156	2 53·8	+24 50	*p B, c L, pm E* 0°, *bet* 2 *st*				

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α 1900·0	δ	Grösse Maxim.	Minim.	Periode, Bemerkungen
S Arietis	$1^h 59^m 16^s$	+12° 2·8	9·1—9·8	14?	1872 März 22 + $292^d·2\,E$
R „	2 10 25	+24 35·5	7·6—9·0	11·7—13·0	1866 Sept. 4 + 186·55 *E* + 7 *sin* (5° *E* + 235°)
T „	2 42 45	+17 5·5	7·9—8·6	9·3— 9·7	1873 März 31 + 313 *E*
U „	3 5 30	+14 25·3	7·0—8·5	< 11	1892 Nov. 12 + 361 *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ	Grösse	Farbe
1	$1^h 49^m 5^s$	+ 8° 17'·4	7·0	*G*	14	$2^h 32^m 40^s$	+27° 5'·6	8·0	*O R*
2	1 50 16	+23 5·2	6·5	*G R*	15	2 33 0	+18 18·0	7·5	*R G*
3	1 53 50	+21 22·5	8·1	*R*	16	2 37 36	+27 17·6	5·0	*G*
4	1 57 12	+12 59·7	6·5	*G*	17	2 38 17	+12 52·1	7·5	*W G*
5	1 57 23	+ 7 11·4	9·0	*R*	18	2 42 28	+15 5·3	7·5	*G*
6	1 57 37	+10 32·8	7·0	*G*	19	2 42 45	+17 5·5	*var*	*G R, T* Arietis
7	2 1 6	+12 59·7	7·3	*W G*	20	2 46 18	+16 5·0	8·3	*O R''*
8	2 2 37	+15 19·7	7·0	*G*	21	2 48 36	+20 9·3	6·8	*G*
9	2 5 4	+19 1·8	6·0	*G*	22	2 49 23	+14 29·0	9·0	*G*
10	2 10 25	+24 35·5	*var*	*O, R* Arietis	23	2 49 37	+14 20·8	8·8	*G*
11	2 15 35	+22 58·0	7·8	*O R*	24	2 50 11	+17 55·6	6·0	*R G*
12	2 30 16	+13 22·8	8·2	*G*	25	3 2 40	+18 25·8	6·5	*R G*
13	2 32 21	+11 50·5	7·3	*W G*	26	3 6 21	+15 45·8	7·5	*R G*

Genäherte Präcessionen für 10 Jahre.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	5°	10°	15°	20°	25°	30°	α	
$1^h 40^m$	31^s	31^s	32^s	32^s	33^s	34^s	$1^h 40^m$	+ 3'·0
2 0	31	31	32	33	34	35	2 0	+ 2·9
2 20	31	32	33	33	34	35	2 20	+ 2·7
2 40	32	32	33	34	35	36	2 40	+ 2·6
3 0	32	32	33	34	35	36	3 0	+ 2·3
3 20	32	32	33	34	35	37	3 20	+ 2·1

Auriga (Fuhrmann) mit der Ziege, PTOLEMÄI'sches Sternbild des nördlichen Himmels. Die unregelmässigen Grenzen sind für die folgenden Verzeichnisse in nachstehender Weise angenommen. Die nördliche beginnt bei $4^h\,32^m$ Rectascension und 50° 0' nördlicher Deklination, läuft in gerader Linie auf den durch AR = $5^h\,44^m$ und Dekl. = + 57° festgelegten Punkt zu, von dort südwärts in gerader Linie auf den Punkt AR = $7^h\,20^m$ und Dekl. = + 40°. Die südliche Grenze beginnt bei $4^h\,32^m$ Rectascension und läuft auf dem Parallel + 30° bis $5^h\,20^m$, geht dann bis $6^h\,30^m$ auf dem 28° 30' Parallel, und endlich von $6^h\,30^m$ bis $7^h\,20^m$ auf dem 36ten Grad nördlicher Deklination. HEIS hat 144 dem blossen Auge sichtbare Sterne verzeichnet, nämlich 1 Stern 1ter Grösse (Capella), 1 der 2ten, 2 der 3ten, 4 der 4ten, 18 der 5ten und 5·6ten, 115 der 6ten und 6·7ten, 2 Veränderliche und einen Sternhaufen.

Auriga grenzt im Norden an Camelopardalus und Lynx, im Westen an Lynx und Gemini, im Süden an Gemini und Taurus, im Osten an Perseus.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1691	Σ 568	8	$4^h\,31^m·5$	+39° 17'	1900	Σ 640	8·2	$5^h\,0^m·5$	+33° [illegible]
1705	*h* 681	10·11	4 33·4	+35 22	1907	*h* 3265	9·10	5 1·3	+36 [illegible]
1715	Σ 577	7·5	4 35·5	+37 20	1902	*O*Σ 96	6·7	5 1·4	+43 [illegible]
1722	Σ 580	7	4 36·4	+33 45	1908	*h* 692	9·10	5 1·4	+36 [illegible]
1724	Σ 581	9	4 37·0	+42 13	1909	*h* 3266	—	5 1·4	+38 [illegible]
1725	Σ 582	7·0	4 37·1	+42 14	1912	*h* 2249	9·10	5 2·6	+47 [illegible]
1729	*h* 2237	9·10	4 37·6	+47 29	—	β 1047	8·7	5 3·5	+27 [illegible]
1750	Σ 591	9	4 40·8	+40 4	1918	*h* 2251	10	5 3·5	+52 [illegible]
1751	Σ 592	8·0	4 40·8	+40 4	1925	Σ 644	7·0	5 3·5	+37 [illegible]
1749	*h* 2239	10	4 40·9	+46 1	1930	Σ 646	8·2	5 4·1	+38 [illegible]
1753	*h* 349	10	4 41·1	+34 36	1935	Σ 648	7·5	5 4·5	+31 [illegible]
1763	Σ 594	8·9	4 42·5	+39 6	1937	*h* 358	10	5 5·2	+35 [illegible]
1769	Σ 599	8·0	4 43·8	+44 49	1944	*O*Σ 101	7·8	5 6·3	+46 [illegible]
1780	*h* 350	11	4 44·6	+34 37	1949	*h* 2253	7·8	5 8·3	+51 [illegible]
1787	Σ 603	8·3	4 46·6	+49 25	1956	*h* 2255	12	5 8·7	+32 [illegible]
1797	Σ 608	8	4 48·3	+51 58	1961	Σ 653	5·5	5 8·9	+32 [illegible]
1805	*h* 351	10	4 48·4	+34 1	1960	Σ' 529	1	5 9·3	+45 [illegible]
1814	*h* 2241	10	4 50·3	+47 52	1966	*h* 361	12	5 9·4	+33 [illegible]
1822	Σ' 487	3·0	4 50·5	+33 1	1968	Σ 658	8·3	5 9·8	+38 [illegible]
1825	Σ 613	7·8	4 51·6	+44 0	1975	*h* 3271	10	5 10·3	+37 [illegible]
1837	Σ 616	5·0	4 52·5	+37 45	1980	Σ 666	7·5	5 10·5	+33 [illegible]
1844	*O*Σ 92	6	4 53·4	+39 16	1972	Σ 657	8·0	5 10·8	+52 [illegible]
1842	Σ 619	8·7	4 53·5	+50 8	1974	Σ 660	8	5 11·0	+52 [illegible]
1847	Σ 621	8·9	4 53·8	+39 4	—	β 885*a*	7·5	5 11·4	+37 [illegible]
—	β 554	4	4 54·8	+43 41	1984	Σ 669	8·0	5 11·6	+45 [illegible]
1859	Σ' 501	4·0	4 55·5	+40 50	1990	*O*Σ 103	5	5 11·6	+33 [illegible]
—	β 1046	5·5	4 58·5	+51 28	1991	Σ' 545	6·0	5 12·0	+40 [illegible]
1884	*h* 355	11	4 58·5	+30 47	1995	*Hh* 160	—	5 12·3	+40 [illegible]
1878	*h* 2246	10·11	4 59·4	+52 55	1998	Σ 673	8·9	5 12·9	+50 [illegible]
1890	Σ' 512	3·7	4 59·5	+41 7	2000	Σ 681	6·3	5 13·2	+46 [illegible]
1886	*O*Σ 94	7	4 59·7	+50 10	2003	*h* 3272	7·8	5 13·2	+38 [illegible]
1889	*h* 2248	10	4 59·7	+47 13	2008	*h* 2258	9·10	5 14·6	+52 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2017	Σ 684	8·0	5h 14m·9	+44° 59′	2225	Σ 768	7	5h 36m·2	+41° 4′
2024	OΣ 104	7	5 15·7	+46 55	2231	Σ 773	8·0	5 36·4	+33 16
2028	Σ 687	8·2	5 15·7	+33 42	2229	Σ 769	8·0	5 37·4	+53 17
—	β 886	8·5	5 15·7	+33 42	2238	Σ 775	8·0	5 37·4	+40 22
2026	Σ 685	8	5 16·1	+50 23	2243	Σ 778	7·7	5 37·6	+30 54
—	β 887	9·0	5 16·2		2248	Σ 783	8·0	5 38·3	+28 59
2037	*h* 363	9 10	5 16·6	+34 4	2247	Σ 781	8·7	5 38·3	+32 22
2038	Σ 691	8	5 16·7	+31 5	2255	*h* 708	10	5 39·3	+33 41
—	β 888	6·0	5 17·9	+37 18	2272	*h* 709	17	5 40·9	+28 58
2055	Σ 698	8·0	5 18·6	+34 46	2275	OΣ 117	7	5 41·7	+30 31
—	Σ 191	9	5 18·6	+34 28	2274	Σ′ 636	7·7	5 41·9	+39 30
2057	Σ 699	7 3	5 18·8	+37 58	2270	*h* 2279	10	5 41·9	+54 48
2068	Σ 706	8	5 19·9	+30 16	2277	*Hh* 201	—	5 42·3	+39 9
2067	Σ 705	8·9	5 20·0	+35 18	—	β 192	5	5 42·3	+39 9
2062	*h* 2262	11	5 20·4	+52 10	—	β 560	8·0	5 42·9	+29 42
2074	Σ 707	8·9	5 20·8	+34 18	2284	Σ 791	8·7	5 43·1	+39 33
2082	*h* 699	11	5 21·3	+35 14	2288	Σ′ 640	8·8	5 43·2	+32 56
—	β 889	8·5	5 21·5	+34 20	2293	Σ 796	7·2	5 43·4	+31 45
2078	*h* 2263	11	5 22·0	+53 21	2291	Σ 794	8·2	5 44·2	+48 43
2088	*S* 483	—	5 22·0	+33 42	2296	*Hh* 204	—	5 44·6	+39 7
—	β 890	8·4	5 22·2	+37 42	2299	*h* 710	10	5 44·7	+35 34
2092	*h* 366	9	5 22·3	+32 24	2305	Σ 800	8·9	5 45·1	+32 19
2099	*S* 484	—	5 22·9	+33 25	2304	Σ 799	7·0	5 45·3	+38 32
2095	*h* 2264	9	5 23·2	+47 49	2306	Σ 802	7·9	5 45·5	+40 8
2097	Σ 715	8·0	5 23·2	+41 12	2309	Σ 803	8	5 45·7	+40 9
2090	Σ 711	8·5	5 23·3	+54 36	2313	*S.C.C.* 230	—	5 45·7	+32 32
2105	Σ 719	8·0	5 23·7	+29 28	2317	Σ 807	7·8	5 46·2	+34 25
2104	OΣ² 63	6·7	5 23·7	+39 44	2321	Σ 808	8·9	5 46·3	+29 45
2110	*h* 701	9	5 24·1	+31 26	—	β 1053	7·5	5 46·7	+37 19
2106	Σ 718	8·0	5 24·7	+49 19	2320	OΣ 120	8·0	5 47·5	+53 27
—	β 1239	9·5	5 24·8	+34 10	2328	Σ 811	8·0	5 47·8	+30 29
2115	*h* 367	—	5 24·8	+34 10	2326	Σ 810	8·9	5 48·6	+52 55
2107	Σ 717	8	5 24·9	+52 2	2333	OΣ 122	7·8	5 49·1	+36 55
2118	*h* 703	9	5 25·0	+31 27	—	β 562	8	5 49·1	+36 55
2129	Σ 727	8·0	5 26·5	+44 43	2337	*h* 713	10	5 49·6	+33 15
2126	Σ 723	8·0	5 26·6	+51 51	2341	*h* 714	10·11	5 49·7	+31 43
—	β 1267	8·5	5 28·6	+30 52	2342	*h* 715	10·11	5 49·8	+31 41
2151	Σ 737	8·2	5 29·7	+34 5	2355	*h* 716	10	5 51·1	+28 36
2150	Σ 736	7·2	5 30·0	+41 47	2365	Σ 821	8·0	5 52·0	+29 37
2189	Σ 753	6·0	5 32·2	+30 26	2360	Σ′ 657	2·0	5 52·2	+44 56
—	β 90	5	5 32·2	+30 26	2366	Σ 822	7	5 52·9	+43 11
—	β 1240	5·6	5 32·2	+30 26	2370	Σ′ 659	3·5	5 52·9	+37 12
2190	OΣ 112	7·8	5 33·0	+37 54	2367	*Hh* 209	—	5 53·0	+44 35
2199	*h* 705	10	5 33·5	+27 6	2364	*h* 2285	9·10	5 53·1	+52 49
2218	Σ 764	7·7	5 35·0	+29 26	—	β 1055	6·7	5 53·1	+44 35
2208	*h* 2274	11	5 35·6	+55 45	2383	Σ 825	7·8	5 54·9	+36 31
2221	*h* 369	11	5 35·6	+32 41	2385	OΣ 127	7	5 55·1	+38 44
2222	*h* 706	13	5 35·7	+33 0	2391	*h* 717	9·10	5 55·8	+34 14
2223	*h* 370	11	5 35·7	+32 43	2389	OΣ 128	6·7	5 56·5	+51 35
—	β 14	8	5 36·1	+29 48	2395	*h* 2287	10	5 57·3	+54 20

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2399	*h* 2288	11	5h 58m·2	+54° 17′
—	β 893	6·2	5 58·2	+37 58
2409	Σ 834	8·0	5 58·2	+30 15
2419	*O*Σ 129	6	6 0·0	+29 32
—	β 1057	6·3	6 0·0	+29 32
2423	*O*Σ 131	7·8	6 0·7	+36 16
2422	*O*Σ 130	7	6 0·7	+42 41
2430	*h* 718	11	6 1·1	+29 46
2418	*h* 2291	11	6 1·3	+55 6
2428	*O*Σ 132	7·8	6 1·3	+37 59
2433	*h* 378	10	6 1·5	+28 58
2424	*h* 2292	6·7	6 1·7	+51 34
2436	Σ 842	8	6 2·1	+36 32
2440	*h* 5468	9	6 2·5	+31 42
2442	*h* 379	8	6 2·7	+31 17
2443	*h* 380	10	6 2·8	+34 29
2447	Σ 845	5·9	6 3·9	+48 44
2475	Σ 861	8	6 5·1	+30 46
2481	Σ 862	7·0	6 5·7	+29 31
2474	*h* 2297	10·11	6 5·9	+48 38
2479	Σ 865	7·0	6 6·5	+51 12
2494	*h* 2300	8	6 8·7	+55 3
2505	Σ 872	7·7	6 8·9	+36 10
2517	Σ′ 703	7·2	6 9·9	+30 8
2511	Σ 876	8·0	6 10·4	+53 41
2516	*h* 2303	11	6 10·8	+51 19
2531	Σ 883	8·7	6 12·2	+39 49
2536	Σ 884	8·9	6 13·1	+47 10
2534	*h* 2307	9·10	6 13·5	+54 6
—	β 895	7·5	6 13·6	+28 29
2555	*R* 4	—	6 14·1	+29 37
2563	Σ′ 715	8·0	6 14·9	+36 8
2556	*h* 2311	10	6 15·3	+54 5
2579	*h* 2314	11	6 17·6	+49 35
2581	Σ 896	8·0	6 17·9	+51 56
2601	Σ′ 723	8·7	6 20·2	+35 3
2606	*h* 388	11	6 20·5	+29 56
2607	*h* 3282	9	6 20·8	+38 10
2608	Σ 902	8·4	6 20·8	+35 1
2613	Σ 905	8·2	6 21·9	+40 11
2616	Σ 906	8·2	6 21·9	+37 27
2618	Σ 907	8·9	6h 21m·9	+30° 31
2619	Σ 909	8·0	6 22·0	+35 20
2615	Σ 904	8·5	6 22·7	+51 51
2631	Σ 912	8	6 23·0	+36 40
—	β 896	7·0	6 25·1	+32 15
2647	Σ 918	7·0	6 26·0	+52 33
2657	*h* 2319	9	6 26·5	+47 52
2664	*h* 730	10	6 26·5	+29 50
2674	*O*Σ 147	6·7	6 27·6	+38 10
2679	Σ 928	8·0	6 27·8	+38 37
2686	*O*Σ 148	7	6 28·4	+37 8
2687	Σ 939	7·1	6 28·5	+37 47
—	β 194	8	6 29·4	+38 6
2696	Σ 923	8·5	6 29·8	+41 13
2706	Σ 940	8	6 30·5	+38 52
2710	Σ 941	8·0	6 31·6	+41 40
2715	σ 235	—	6 32·0	+41 57
2716	*O*Σ 150	7	6 32·2	+42 6
2725	Σ 944	8·0	6 33·3	+40 21
2730	Σ 945	6·7	6 33·3	+41 4
2747	*h* 2330	11	6 36·4	+48 54
2766	*O*Σ 154	7	6 37·3	+40 44
2783	Σ′ 769	5·3	6 39·6	+43 40
2786	*h* 3284	12	6 39·8	+35 17
2791	Σ 961	8	6 41·3	+41 11
2794	*Hh* 249	—	6 42·3	+41 10
2804	Σ 964	8·9	6 43·2	+45 53
2809	Σ 966	8	6 43·3	+40 5
2832	Σ 974	6·7	6 46·2	+39 [illegible]
2834	*h* 3285	10	6 46·2	+38 15
2862	Σ 979	8·7	6 49·2	+46 47
2895	Σ 994	7·0	6 52·7	+37 14
2944	*h* 3289	10	6 59·1	+36 [illegible]
2946	Σ 1013	8·7	6 59·2	+36 12
2970	Σ 1018	8·5	7 2·2	+35 5
2977	Σ 1021	8·9	7 2·7	+38 [illegible]
2982	Σ 1022	7	7 2·9	+36 47
2986	Σ 1024	8·5	7 3·4	+35 [illegible]
3027	Σ 1042	9·5	7 8·8	+42 11
3116	Σ 1079	8·4	7 17·9	+35 [illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Cataloges	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1624	4h 32m·8	+50° 15	*F, cL, iF*, 6 od. 7 *st*+*neb*
1664	4 43·9	+43 31	*Cl, lRi, lC, pL*
397′	4 54·2	+40 17	*F, S*
1708	4h 54m·7	+52° 44′	*Cl, vL, pRi, lC, st L* [illegible]
1724	4 55·9	+49 22	*Cl, vS, st + neb* [illegible]
1778	5 1·3	+36 55	*Cl, pC, lRi, iF, st L* [illegible]

Nummer des Dreyer-Cataloge	α	δ	Beschreibung des Objects
	1900·0		
1790	5^h $3^m\cdot4$	+51° 56'	Cl, Gruppe von 8—9 st 10
1798	5 4·1	+47 32	S, Cl oder Cl + neb
403'	5 8·3	+39 51	eF, eS, R
405'	5 9·7	+34 12	* 6·7 mit pB, vL neb
406'	5 10·9	+39 46	eF neb oder eS neb Cl
1857	5 13·2	+49 14	Cl, pRi, pC, st 7 . . .
410'	5 16·0	+33 24	dif, mit vielen Sternen
1883	5 18·5	+46 26	Cl, vF, pRi, pC, iF
1893	5 19·2	+33 17	Cl, L, Ri, lC
1907	5 21·4	+35 13	Cl, pRi, pC, R, st 9 . . . 12
417'	5 21·5	+34 22	vL, dif, * 6 inv
1912	5 22·0	+35 44	Cl, B, vL, vRi, iF, st L und S
419'	5 24·5	+30 4	pB, L, mE
1931	5 24·6	+34 10	vB, L, R, B ⁘ in M

Nummer des Dreyer-Cataloge	α	δ	Beschreibung des Objects
	1900·0		
1960	5^h $29^m\cdot5$	+34° 4	Cl, B, vL, vRi, lC, st 9 . . . 11 sc
425'	5 30·5	+32 22	F, vvL
1985	5 31·3	+31 55	eF, S, R, psb M
2013	5 36·7	+55 45	Cl, vlRi, st 11
2099	5 45·8	+32 31	Cl, Ri, pCM, st L und S
436'	5 46·8	+38 36	eF
439'	5 50·1	+32 0	eeL, eE 150° ±
2126	5 55·2	+49 55	Cl, nicht Ri, * 7 n
2165	6 3·2	+51 42	Cl, pL, P, st 11
2192	6 8·2	+39 54	Cl, eL, C, iF, st vS
2208	6 14·5	+52 0	pF, pS, lE
2242	6 26·9	+44 53	eeF, vS, R, F * nf
2281	6 42·3	+41 11	Cl, pRi, vlC, st pL
2303	6 48·8	+45 39	eF, vS, R, sev st nr
2308	6 51·3	+45 21	eF, vS, vF * inv

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α	δ	Grösse Maxim.	Grösse Minim.	Periode, Bemerkungen
	1900·0				
ε Aurigae .	4^h 54^m 47^s	+43° 40'·5	3·0	4·5	Unregelmässig
R „ .	5 9 13	+53 28·5	6·5— 7·8	12·5—12·7	1862 Nov. 17 + $460^d\cdot2$ E
S „ .	5 20 31	+34 3·7	9·4—11·0	< 14·5	Unregelmässig periodisch
T „ .	5 25 34	+30 22·2	4·5	< 15	Neuer Stern 1892
U „ .	5 35 32	+31 58·0	8·6	12	1891 Januar 17 + 407^d E
V „ .	6 16 18	+47 42·5	8·5—10	< 11·5	1886 Dec. 14 + 313^d E

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe
	1900·0			
1	4^h 30^m 13^s	+43° 36'·0	7·4	R
2	4 38 47	+32 44·3	8·7	R
3	4 40 16	+45 49·0	7·3	OR'
4	4 42 39	+34 49·5	8·8	R
5	4 43 15	+52 3·8	8·6	OR'
6	4 45 38	+36 27·1	7·4	R²
7	4 45 45	+36 18·9	8·6	R²
8	4 45 46	+38 20·1	8·8	RR
9	4 45 56	+36 32·7	5·0	G
10	4 46 51	+36 39·5	6·5	R²
11	4 47 13	+36 36·8	7·5	R²
12	4 48 11	+40 36·5	8·3	OR
13	4 48 55	+43 19·8	7·5	OR
14	4 53 29	+39 30·5	6·8	OR''
15	4 54 16	+35 16·5	8·6	R
16	4 55 30	+40 56·3	3·6	O

Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe
	1900·0			
17	4^h 56^m 29^s	+38° 55'·6	9·5	RR
18	4 59 31	+38 34·9	8·4	OR'
19	4 59 50	+34 43·4	8·1	R
20	5 2 32	+38 54·2	9·5	RR
21	5 5 0	+43 19·3	8·0	R
22	5 9 13	+53 28·5	var	RR, R Aurig.
23	5 11 7	+42 41·0	6·0	OG
24	5 11 26	+42 41·3	9·0	R²
25	5 11 55	+40 59·6	7·3	R'
26	5 12 28	+35 41·2	8·9	RR
27	5 13 12	+39 14·3	7·6	RG
28	5 14 13	+34 9·9	7·9	OR'
29	5 15 18	+32 24·6	9·3	RR
30	5 16 59	+55 19·2	8·8	OR''
31	5 18 1	+36 6·5	6·8	RG
32	5 20 31	+34 3·7	var	RR, S Aurig.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
33	$5^h 20^m 46^s$	+29° 50'·1	8·0	R
34	5 22 22	+32 24·3	8·8	R
35	5 24 35	+38 14·7	7·6	R G
36	5 34 11	+31 51·9	6·7	R
37	5 35 32	+31 58·0	var	R, U Aurig.
38	5 39 33	+50 3·1	7·1	O R
39	5 39 44	+30 39·7	7	R Stern zweifelhaft
40	5 40 19	+34 31·4	8·2	O R
41	5 41 15	+44 48·4	9·2	R R
42	5 41 41	+30 35·5	8·5	R
43	5 44 13	+37 16·7	5·0	O
44	5 44 53	+32 6·1	6·6	O R
45	5 45 33	+55 50·9	9·0	O R''
46	5 45 46	+32 31·7	9·0	R''
47	5 46 45	+32 9·6	8·7	R, Stern zweifelhaft
48	5 49 41	+45 29·3	8·5	R
49	$5^h 50^m 12^s$	+35° 33'·5	7·3	O R'
50	5 52 31	+45 55·7	4·8	O
51	5 53 45	+55 18·9	8·0	O R
52	5 57 25	+34 22·8	8·2	O R'
53	6 2 7	+36 41·6	7·7	G R
54	6 2 43	+47 43·1	8·0	R
55	6 7 14	+35 6·7	9·0	R
56	6 10 40	+33 14·5	9·1	R R
57	6 10 47	+39 30·4	6·9	O R
58	6 16 18	+47 42·5	var	R, V Aurig.
59	6 26 45	+39 31·3	7·0	R G
60	6 28 14	+45 42·5	8·7	R
61	6 29 40	+38 31·6	6·3	R R
62	6 35 37	+37 12·3	7·8	O R
63	6 49 18	+37 30·8	8·7	O R
64	6 50 33	+37 31·8	6·9	O R
65	6 56 14	+45 2·8	9·0	R

Genäherte Präcessionen für 10 Jahre.

Δα in Secunden | Δδ in Minuten

α \ δ	30°	35°	40°	45°	50°	55°	α	Δδ
$4^h 30^m$	38^s	39^s	41^s	43^s	45	48	$4^h 30^m$	+1·3
5 0	38	40	42	44	46	49	5 0	+0·9
5 30	38	40	42	44	47	50	5 30	+0·4
6 0	38	40	42	44	47	50	6 0	0·0
6 30	38	40	42	44	47	50	6 30	−0·4
7 0	38	40	42	44	46	49	7 0	−0·9
7 30	38	39	41	43	45	48	7 30	−1·3

Bootes, Ptolemäi'sches Sternbild des nördlichen Himmels von $13^h 30^m$ bis $15^h 40^m$. Die genaueren in folgenden Verzeichnissen angenommenen Grenzen sind folgende. In $13^h 26^m$ Rectascension geht die Grenze vom 7ten bis 23ten Grad nördlicher Deklination. Von dem Punkt $13^h 26^m$ und + 23° geht eine gerade Linie auf den Punkt $14^h 0^m$ und + 40°, von hier geht die Grenze direkt nach Norden bis zum 55° nördlicher Deklination und auf diesem Parallel bis zu $14^h 40^m$ Rectascension. Vom Punkt $14^h 40^m$ und + 55° läuft eine grade Linie auf den Punkt $15^h 24^m$ und + 41° 20', wo eine kleine östliche Ausbiegung von etwa 5 Quadratgrad um den Stern φ herumgeht, dann bei $15^h 28^m$ die Grenze genau südlich bis + 35°, und von diesem Punkt auf $15^h 10^m$ und + 32°, sodann wieder genau südlich bis zum 8ten Grad nördlicher Deklination. Die südliche Grenze geht auf dem Parallel 7° von $13^h 26^m$ bis $14^h 40^m$, und von $14^h 40^m$ bis $15^h 10^m$ auf dem Parallel 8°. Im Bootes zählt Heis 140 Sterne, die dem blossen Auge sichtbar sind, und zwar 1 Stern 1. Grösse, 1 der 2·3ten, 3 der 3ten, 3 der 3·4ten, 5 der 4ten, 9 der 4·5ten, 14 der 5ten, 16 der 5·6ten, 37 der 6ten und 51 der 6·7ten Grösse.

Bootes grenzt im Westen an Virgo, Coma Berenices, Canes Venatici, Ursa major, im Norden an Draco, im Osten an Hercules, Corona Borealis, Serpens, im Süden an Virgo.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5636	Σ 1756	9·0	13ʰ 28ᵐ·6	+23° 31	5868	OΣ 276	7·8	14ʰ 4ᵐ·0	+37° 13
5647	*h* 2660	10	13 29·8	+25 32	5867	OΣ 275	6·7	14 4·2	+ 7 52
5650	*h* 228	7	13 30·6	+10 43	5872	*Hh* 435	—	14 4·5	+49 56
5658	*h* 2663	9	13 31·6	+20 30	5873	*h* 539	10	14 5·0	+34 41
5659	*h* 3340	11	13 31·8	+16 29	5875	Σ 1809	8·5	14 5·0	+46 37
5677	*h* 533	9	13 34·0	+19 55	5878	Σ 1806	9·2	14 5·0	+48 59
—	β 612	6	13 34·7	+21 15	5877	*h* 540	10	14 5·3	+36 17
5686	*h* 1238	10	13 35·3	+ 7 39	5880	Σ 1808	8·5	14 5·6	+37 5
5691	Σ 1772	6·2	13 35·9	+20 27	5884	*h* 1247	10	14 6·6	+41 36
5697	Σ 1773	9·5	13 36·6	+ 8 6	5887	Σ 1810	9·0	14 7·1	+28 30
5698	*h* 229	12	13 37·0	+12 28	5893	Σ 1814	8·5	14 7·4	+50 43
5703	*h* 2672	10·11	13 37·4	+23 39	5891	*h* 234	11	14 7·9	+14 3
5708	*h* 230	10	13 38·2	+18 16	5894	OΣ 277	7·8	14 8·0	+29 11
5714	*h* 1240	11	13 39·6	+ 8 2	5896	*h* 542	12	14 8·1	+37 14
5718	*h* 851	8	13 39·9	+ 8 53	5897	OΣ 278	7·8	14 8·3	+44 40
5720	Σ 1779	8·7	13 39·9	+24 9	—	β 224	8·5	14 8·6	+13 2
5723	Σ 1782	8·5	13 40·3	+18 52	5899	*h* 2704	9	14 8·7	+32 2
—	β 115	8	13 40·4	+10 23	5901	Σ 1815	8·5	14 8·7	+45 40
5728	*h* 2678	11	13 41·1	+12 48	5898	OΣ 279	6·7	14 9·0	+12 28
5729	*h* 231	11	13 41·4	+12 8	5904	Σ 1816	7·0	14 9·5	+29 34
—	β 801	8·1	13 41·7	+11 20	5906	Σ 1817	8·5	14 9·7	+27 10
5737	OΣ 270	5	13 42·5	+17 57	5908	*h* 543	13	14 9·9	+34 39
5748	*h* 2686	9	13 44·2	+ 7 0	5909	Σ 1818	8·2	14 10·0	+34 23
5754	Σ 1785	7·5	13 44·6	+27 29	5912	Σ 1821	4·9	14 10·0	+52 15
5762	*S* 655	—	13 45·6	+18 12	5915	Σ 1823	8·2	14 10·9	+10 46
5763	OΣ'126	6·7	13 45·7	+21 47	5914	*h* 1248	16	14 10·9	+ 7 48
5768	*h* 2688	10	13 46·4	+24 16	5919	Σ' 1602	1	14 11·2	+19 44
5781	OΣ 271	7	13 49·0	+10 38	5924	Σ 1826	8·2	14 11·4	+47 26
—	β 614	8	13 49·0	+10 38	5922	Σ 1825	7·5	14 11·9	+20 35
5794	Σ 1789	8·4	13 49·6	+33 19	5928	Σ 1829	7·7	14 11·9	+50 54
5795	*Hh* 430	3	13 49·9	+18 54	5927	Σ 1828	8·9	14 12·2	+24 37
5797	OΣ 272	7	13 50·0	+30 23	5932	Σ 1606	4·5	14 12·6	+51 49
5806	Σ 1791	8·7	13 52·0	+14 55	5936	*h* 544	10	14 13·7	+28 50
5807	Σ 1792	9·5	13 52·2	+12 56	—	β 1271	6·8	14 13·7	+55 1
5808	*h* 233	10	13 52·4	+12 22	—	β 1272	8·4	14 14·1	+49 13
5810	*h* 535	8	13 52·4	+35 41	5942	*h* 2710	9	14 14·1	+49 13
5811	*h* 536	11	13 52·6	+36 13	5941	*h* 545	12	14 14·4	+39 5
—	β 30	8·5	13 53·5	+19 57	5940	*h* 2709	10	14 14·5	+32 48
5816	Σ 1793	7·4	13 54·5	+26 18	5939	*h* 2708	10	14 14·6	+24 33
5817	Σ 1794	9·5	13 55·1	+20 22	—	β 1273	8·6	14 14·8	+48 23
5823	Σ 1796	8·7	13 56·1	+37 27	5945	Σ 3083	8·9	14 15·2	+23 58
5824	Σ 1797	9·1	13 57·2	+19 55	5943	*h* 1252	9	14 15·3	+ 8 45
5830	*h* 2699	8	13 58·2	+12 24	5944	OΣ 281	7	14 15·3	+ 9 3
—	β 1270	8·2	13 58·8	+49 12	5950	*h* 235	11	14 16·5	+14 3
5853	*h* 2700	8	14 1·5	+40 28	5954	Σ 1834	7·5	14 16·6	+48 58
5856	Σ 1803	8·2	14 2·3	+38 54	5953	*h* 547	9	14 16·7	+35 28
5858	OΣ 274	6·7	14 2·4	+35 15	5957	*h* 2712	10·11	14 16·7	+54 27
5862	*S* 660	—	14 3·5	+21 42	5951	*Hh* 440	—	14 17·0	+12 6
5865	Σ 1804	7·8	14 3·6	+21 40	5956	*h* 236	12	14 17·7	+12 28

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5966	Σ 1839	8·5	14h 18m·1	+54° 22′	6070	h 2739	15	14h 36m·7	+ 8° 35′
5961	Σ 1835	5·7	14 18·5	+ 8 55	6077	OΣ 284	7	14 36·8	+49 10
—	β 1111	8·4	14 18·5	+ 8 55	6072	Σ 1866	7·8	14 36·9	+ 9 57
—	β 615	8·5	14 18·6	+48 59	6078	Σ 1870	8·0	14 38·0	+ 8 30
5969	h 548	—	14 18·6	+36 43	6088	Σ 1871	7·3	14 38·3	+51 [illegible]
5968	h 2715	11	14 18·9	+26 50	6087	h 5487	9	14 38·7	+29 13
5973	h 2716	11	14 19·1	+46 50	6092	Σ 1874	8·5	14 38·7	+49 33
5967	Σ 1838	8·2	14 19·2	+11 42	6085	Σ 3088	9·0	14 38·8	+20 40
5974	h 549	8·9	14 19·6	+30 25	6095	Σ 1875	9·0	14 39·2	+38 10
5982	h 2720	9	14 20·3	+46 56	6096	Σ 1873	7·9	14 39·9	+ 8 7
5986	Σ 1843	7·7	14 21·0	+48 17	6100	h 556	9	14 40·4	+34 10
5981	OΣ 282	7	14 21·0	+ 7 41	6101	Σ 1877	2·5	14 40·6	+27 [illegible]
5983	h 2721	8	14 21·2	+22 45	6107	h 2745	10	14 41·1	+29 36
5992	Σ' 1623	3·5	14 21·8	+52 19	6106	Σ 1879	8·0	14 41·3	+10 5
5995	h 550	9	14 22·8	+35 43	6112	h 557	10	14 41·3	+37 14
5996	Σ 3085	8·9	14 23·3	+22 49	6115	OΣ 285	7	14 41·8	+42 45
5997	h 551	11	14 23·5	+20 17	6122	h 241	9	14 43·7	+12 31
5998	Σ 1848	8·5	14 23·5	+33 24	6125	Σ 1884	6·0	14 44·0	+24 47
6001	Σ 1850	7·4	14 24·1	+28 44	6127	h 2747	10	14 44·5	+24 29
6003	h 237	11	14 24·6	+11 7	6139	h 558	10	14 45·4	+35 19
6005	Σ 1853	9·2	14 25·1	+ 6 44	6149	h 2751	11	14 45·7	+53 42
6014	h 2725	9	14 25·5	+54 58	6140	h 5489	6	14 45·7	+29 1
6009	Σ 1854	6·2	14 25·6	+32 14	6147	OΣ 286	7	14 46·1	+47 [illegible]
6013	h 2724	11	14 26·1	+20 18	6142	Σ 1886	8·0	14 46·2	+10 [illegible]
6012	h 238	10	14 26·2	+14 11	6150	Σ 1890	6·0	14 46·3	+49 7
6020	h 2728	4	14 27·5	+30 48	6151	Σ 1889	6·5	14 46·3	+51 45
6019	Σ 3086	9	14 27·8	+17 45	6146	Σ 1888	4·5	14 46·7	+19 31
6027	h 1255	8	14 28·0	+41 52	6153	h 1258	9	14 46·9	+43 51
6025	Σ' 1633	2·5	14 28·1	+38 43	6155	h 559	10	14 47·8	+33 [illegible]
—	β 616	2·5	14 28·1	+38 43	6158	h 2752	9	14 47·8	+45 [illegible]
6024	Σ 1855	8·8	14 28·1	+32 5	6159	OΣ 287	7·8	14 47·8	+45 [illegible]
6029	h 554	9	14 28·3	+35 9	—	β 31	8	14 47·8	+19 [illegible]
6030	h 2730	10	14 28·6	+25 50	6161	OΣ 288	6	14 48·7	+16 [illegible]
6037	OΣ 283	7	14 28·9	+49 38	6160	h 242	10	14 48·8	+14 [illegible]
6036	h 2732	9·10	14 29·0	+45 32	6163	Mädl.	—	14 49·6	+ 9 51
6038	Σ 1856	8·3	14 29·2	+41 58	6170	h 2755	10	14 50·4	+24 [illegible]
6034	h 239	10	14 29·5	+14 40	6171	Σ 1891	8·0	14 50·4	+34 [illegible]
6040	Σ 1858	8·0	14 29·5	+36 1	6176	h 560	9	14 51·6	+35 22
6041	OΣ' 129	7	14 29·9	+24 50	6177	OΣ 289	7·8	14 51·8	+32 41
6039	Σ 1857	8·9	14 30·0	+10 35	6175	h 2756	9·10	14 51·9	+ 8 [illegible]
6044	Mädl.	—	14 30·7	+ 6 45	6183	h 1260	10	14 51·9	+41 [illegible]
6050	Σ 3087	9	14 31·8	+19 50	6181	Σ 1893	8·6	14 52·0	+29 [illegible]
6048	Σ 1861	8·7	14 31·9	+12 36	6187	OΣ 290	7	14 53·0	+33 [illegible]
6056	Σ 1862	9·0	14 33·1	+15 20	6188	h 243	8	14 53·1	+33 [illegible]
6062	Σ 1863	6·7	14 34·7	+52 0	6191	Σ 1895	8·1	14 53·7	+40 [illegible]
6061	h 2737	11	14 34·7	+20 25	6195	h 2759	10	14 53·8	+45 [illegible]
6066	Σ 1864	5·0	14 36·0	+16 50	6197	h 1264	10	14 54·6	+40 [illegible]
6074	h 555	10	14 36·4	+34 20	6200	Σ 1896	9·0	14 54·8	+44 [illegible]
6073	Σ 1867	8·0	14 36·4	+31 44	6206	Σ 1900	7	14 55·7	+33 [illegible]
6069	Σ 1865	3·5	14 36·4	+14 10	6212	Σ 1901	8·0	14 56·8	+31 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6213	Σ 1902	8·4	14^h 57^m·2	+16° 11′
6220	Σ′1682	6·2	14 57·2	+47 40
6218	σ 469	5·4	14 57·7	+25 24
6219	*h* 1267	10	14 58·2	+ 8 4
6225	*h* 245	12	14 58·8	+36 16
6229	*h* 564	6	14 59·9	+29 46
6230	*h* 2761	9·10	14 59·9	+29 45
6231	*h* 565	8	15 0·0	+33 57
6227	*h* 246	10	15 0·2	+14 8
6237	Σ 1909	6·0	15 0·5	+48 2
6239	*Hh* 464	—	15 0·7	+48 2
6232	Σ 1907	8·5	15 0·8	+12 1
6235	Σ 1908	8·6	15 0·9	+34 51
—	β 1086	5·5	15 2·2	+43 32
6245	Σ 1910	7·6	15 2·7	+ 9 36
6248	Σ 1911	8·7	15 2·9	+12 21
6257	*h* 247	10	15 3·8	+11 26
6263	*h* 2766	6·7	15 4·2	+25 29
6261	*h* 248	10	15 4·4	+14 42
6268	Σ 1913	8	15 5·1	+33 25
6272	*h* 2768	10	15 5·2	+45 33
6270	*h* 2767	10·11	15 5·4	+32 31
6275	*h* 2769	11	15 5·9	+32 32
6277	Σ 1916	7·3	15 6·1	+39 21
6278	*h* 567	9	15 6·3	+38 4
6283	*h* 568	11	15 7·2	+39 28
6282	*h* 249	12	15 7·4	+17 51
6290	Σ 1920	9·0	15 7·5	+47 14
6286	Σ 1917	9·0	15 7·9	+15 45

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6293	Σ 1921	7·7	15^h 8^m·2	+39° 3′
6291	*h* 250	9	15 8·2	+36 48
6289	Σ 1919	6·6	15 8·3	+19 39
6294	Σ′1699	8·5	15 8·5	+28 18
6298	*h* 569	15	15 8·8	+32 7
6297	Σ 1923	8·5	15 9·1	+14 49
6304	*h* 2770	10	15 9·5	+47 12
6300	Σ 1924	8	15 9·7	+26 5
6303	*O*Σ 292	5	15 10·0	+32 9
6306	*O*Σ 293	7	15 11·1	+22 55
6308	*h* 570	11	15 11·1	+36 43
6310	Σ 1926	6·7	15 11·2	+38 40
6311	*O*Σ 295	7·8	15 11·2	+37 11
6314	Σ′1704	3·0	15 11·5	+33 41
6317	*h* 2772	9·10	15 12·1	+45 13
6319	Σ 1929	8·6	15 12·6	+34 1
6328	*h* 2773	9	15 13·3	+41 48
6336	Σ 1934	9·2	15 13·9	+44 9
6335	*h* 571	11	15 14·2	+35 14
6346	*h* 2776	10	15 15·9	+46 12
6347	*h* 251	11	15 16·4	+36 21
6370	Σ′1713	3·5	15 20·7	+37 44
6371	Σ 1938	7·9	15 20·8	+37 42
6391	Σ 1946	9·0	15 23·3	+39 50
6401	Σ 1947	9·0	15 24·4	+38 42
6421	*h* 1274	10	15 27·1	+42 14
6430	Σ 1956	8·0	15 29·7	+42 9
6446	*O*Σ 298	7	15 32·4	+40 9

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5167	13^h 23^m·7	+13° 14′	*v F, sev v F st* nahe
5171	13 24·4	+12 16	*p B, L*
5172	13 24·4	+17 35	*F, p L, R, g b M*
5174	13 24·5	+11 32	*v F, p L* } *D neb*, nahe
5175	13 24·5	+11 32	*v F, p L* } *D neb*, nahe
5176	13 24·5	+12 19	—
5177	13 24·5	+12 20	—
5178	13 24·5	+12 10	*v F*
5179	13 24·6	+12 17	*v F*, * im Centrum
5180	13 24·6	+17 21	*v F, S, R, am 3 st*, * 7 *n f*
5181	13 24·8	+13 50	*v F, S, R*
5185	13 25·1	+13 55	*v F, S, i R*
5186	13 25·1	+12 42	—
5190	13 25·8	+18 40	*c F, S, R, b M*, ⁘ *f*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5191	13^h 25^m·8	+11° 44′	*e F*, * 9 *f* 57^s
894′	13 27·2	+17 34	*p F, v S, R, l b M*
5207	13 27·3	+14 25	*F, S, c E*, * 11 *att n p*
5208	13 27·4	+ 7 50	*F, v S, R, p s b M*
5209	13 27·7	+ 7 50	*F, v S, R, stellar*
5210	13 27·8	+ 7 41	*F, S, R, p s b M N*
5212	13 28·4	+ 7 49	*e F*
897′	13 29·1	+18 13	*v F*
898′	13 29·2	+13 47	*v F, v S, dif*
5217	13 29·2	+18 23	*v F, S, R, b M*
900′	13 29·7	+ 9 51	*F, S, R, g b M*
5221	13 30·0	+14 20	*v F, S, v l E*
5222	13 30·0	+14 16	*c F, S, F, b M*
5224	13 30·1	+ 7 0	*v R, S*, * 9 *n f inv*?

Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5226	13h 30m·2	+14° 26′	eF, pS
5230	13 30·6	+14 12	F, L, E, vgbM
901′	13 30·8	+13 50	pF, cS, R
5235	13 31·0	+ 7 7	vF, pS, lvE, *9 sp
5239	13 31·5	+ 7 54	vF, pL, R, er
5248	13 32·6	+ 9 24	B, L, E150°, psbMrN
5249	13 32·8	+16 30	vF, S, R, bM
5263	13 35·3	+28 55	cF, S, mE 0° ±, *9 sp
905′	13 35·3	+23 39	F, vS, R, lbM, stellar
906′	13 35·4	+23 51	eF, S, bM
909′	13 36·1	+25 1	—
910′	13 36·4	+23 48	F, S, bM, r
911′	13 36·7	+23 45	eF, eS, R, lbM
912′	13 36·8	+23 45	eF, eS, R, lbM
913′	13 36·8	+23 41	vF, vS, R, dif
914′	13 37·0	+23 42	vF, vS, R, dif
5271	13 37·1	+30 38	vF, vS, R, gvlbM
5272	13 37·5	+28 53	!!, ⊕, eB, vL, vsmbM, st 11 . . .
5274	13 37·8	+30 21	vF, vS, R, bM
5275	13 37·8	+30 20	F, S, R, gmbM
916′	13 37·9	+24 59	N = 13 m
5277	13 38·1	+30 28	eF, S, R, bM
5280	13 38·4	+30 22	F, vS, R, bM
5282	13 38·8	+30 34	F, S, R, gbM *14
5287	13 40·3	+30 17	F, S, irr, r?
933′	13 40·6	+23 44	vF, vS, R, N=13 m, stellar
5293′	13 41·9	+16 49	eF, vL, r
941′	13 43·9	+24 30	F, eS, gbM, r
944′	13 46·6	+14 36	vF, pS, mE, 3 st f
946′	13 47·3	+14 37	eF, vS, R, *f nahe
5332	13 47·4	+17 28	vF, S, R
948′	13 47·5	+14 37	eF, S, R
949′	13 47·5	+23 2	pF
950′	13 47·6	+15 0	F, eS, R, lbM
5341	13 48·4	+38 15	lE, bM
5347	13 48·9	+33 59	pF, cL, R, lbM
5349	13 49·0	+38 22	bM
5351	13 49·3	+38 25	cF, L, lE 90°, vgbM
5352	13 49·3	+36 38	F, S, R, lbM, *nf 90″
956′	13 49·9	+21 12	eF, vS, *14 m
5361	13 50·4	+38 55	eF, cS, E
959′	13 51·2	+14 0	eeF, S, R
960′	13 51·2	+18 1	F, pL, lbM, dif
961′	13 51·2	+26 20	vF, S, dif
962′	13 52·4	+12 32	pF, vS, R, bM
5375	13 52·4	+29 39	pB, pL, R, lbM
963′	13 52·6	+17 54	eF, vS, R
5378	13 52·6	+38 17	pB, lE, vglbM
5380	13h 52m·7	+38° 6′	F, cS, R, smbM
964′	13 52·9	+18 0	eF, eS, R
965′	13 53·0	+18 0	vF, vS, R, vSN
5384	13 53·3	+ 7 0	F, vS, stellar
5386	13 53·4	+ 6 50	vF, vS, bi N, r, stellar
967′	13 53·5	+14 57	pF, vS, R, *14 nr
5394	13 54·3	+37 56	cF, S
5395	13 54·8	+37 54	cF, cL, E 15°, bM
5396	13 54·4	+29 37	vF, S, iR, sbM*
5399	13 55·2	+35 16	eF, vS, pmE 90°
5401	13 55·4	+36 44	cF, cS, E
5403	13 55·6	+38 40	vF, pL, iF
5405	13 56·1	+ 8 11	vF, iF, bM
5406	13 56·1	+39 24	F, pS, R, bM
5407	13 56·5	+39 39	vF, vS, R, bM, in [illegible]
5409	13 56·8	+ 9 56	eF, R
5411	13 57·1	+ 9 25	vvF
5414	13 57·2	+10 17	S, F* i. Centr., *10·11 sf
5416	13 57·3	+ 9 56	eF, vS, E, r
5417	13 57·3	+ 8 31	cF, S, R, psbM, *p
5418	13 57·3	+ 8 10	vF, R, bM
4421	13 57·3	+34 19	F, irr R, 2 vF st nr
970′	13 57·7	+15 1	pB, vS, R
5425	13 57·7	+48 56	eF, S, lE, B* 4′ n
5423	13 57·9	+ 9 50	vF, R, * im Centr.
5424	13 58·0	+ 9 54	vF, R, * im Centr.
5431	13 58·2	+ 9 54	vF
5433	13 58·2	+32 59	vF, cS, lE 0°, bM
5439	13 58·2	+46 48	vF, pL, eE, bet 2 st
5434	13 58·5	+ 9 55	vF, L
5437	13 58·6	+10 5	3 vF neb in gerader Linie, der nördliche der hellste, [illegible]
5440	13 58·7	+35 15	pF, cS, lE, bM, *11 [illegible]
5447	13 58·9	+54 45	pB, S, R, gmbM
5441	13 59·0	+35 8	vF, S
5448	13 59·0	+49 39	pB, cL, mE 90° ±, smbMN
5449	13 59·0	+54 48	vF, pL, gvlbM
5450	13 59·0	+54 42	F, pS, iR, gbM
5444	13 59·1	+35 37	pB, pL, vlE, [illegible]
5451	13 59·1	+54 51	vF, pL, iR, vlbM
5445	13 59·2	+35 30	F, *13 p
5453	13 59·4	+54 46	F, pL, lE, vlbM
5455	13 59·5	+54 40	pB, pS, R, psbM
5446	13 59·5	+10 6	eF, eS
5457	13 59·6	+54 50	pB, vL, iR, gvsmbM [illegible]
5458	13 59·7	+54 44	vF, pL, R, vlbM
5454	13 59·9	+14 52	pF, S

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5456	14^h $0^m{\cdot}1$	+12° 21'	F, pS
5459	14 0·2	+13 37	F, S, lE, pB * sp
5461	14 0·2	+54 48	B, pS, R, psbM
5462	14 0·4	+54 51	pB, pL, iR, gbM
5463	14 1·0	+ 9 53	eF, S, lE
5466	14 1·0	+29 0	Cl, L, vRi, vmC, st 11 ...
5471	14 1·0	+54 52	F, S, R, * 12·13 p
5469	14 1·4	+ 9 55	vF, pS, R
5474	14 1·4	+54 8	pB, L, bM
975'	14 2·4	+15 50	vF, vS, R
5480	14 2·9	+51 11	F, pS, vgbM
5481	14 3·2	+51 11	F, vS, smbM, stellar
5482	14 3·7	+ 9 24	eF, S
979'	14 4·5	+15 20	eeF, pS, R, v diffic.
5487	14 4·7	+ 8 31	eF, ::
5490	14 5·2	+18 1	eF, eS, R, sbMF :
982'	14 5·3	+18 9	vS, R, N = 11 m
983'	14 5·4	+18 12	eS, R, N = 11 m
984'	14 5·4	+18 51	pB, S, gbM
5492	14 5·9	+20 5	pB, vS, E
5491	14 6·0	+ 6 50	pB, pS, R, gbM, r
5497	14 6·4	+39 22	eF, S, R, lbM
5498	14 6·5	+26 10	F, S, R, lbM, r?
5499	14 6·5	+36 24	F, S, R, gbM, r?
5500	14 6·6	+49 3	cF, cS, iR
987'	14 6·8	+19 40	eF, vS, stellar, v diffic.
5504	14 7·5	+16 19	vF, vlE, vlbM
5505	14 7·6	+13 45	vF, pS, bet * und :
5508	14 7·9	+25 6	eF, eS, R, lbM
5509	14 8·0	+21 8	vF, S, R, stellar Nucl.
5511	14 8·3	+ 9 5	vF, S, * 10 p
5512	14 8·3	+31 20	vF, vS, R, sbMN, r?
5513	14 8·5	+20 54	pB, pL, iR
5515	14 8·5	+39 47	vF, S, vlE
5517	14 8·6	+36 11	F, cS, R, bMN
5514	14 8·7	+ 8 8	F, pS, R, lbM, * 16 nf
5518	14 9·1	+21 19	F, vS, R, gbM
5520	14 9·3	+50 49	F, S, lE, stellar
5519	14 9·4	+ 8 0	vF, pL, * 10 p
5522	14 10·3	+15 35	vF, vS, E
5523	14 10·3	+25 48	F, pL, pmE 90°, * 10 np
5524	14 10·5	+36 52	vF
5525	14 10·8	+14 45	pF, pS, iR, bM
5527	14 11·0	+36 43	eeF
5529	14 11·3	+36 41	cF, pL, vmE 110°, vgvmbM
5528	14 11·5	+ 8 46	eeF, pS, R, 2 vF st nr
990'	14 11·7	+40 16	vF, S, dif
5533	14 11·8	+35 49	pB, F, vsmbM, 2 oder 3 st inv
5531	14^h $11^m{\cdot}8$	+11° 21'	F, S, F
5532	14 12·0	+11 17	vF, vS, R, gbM, r
5536	14 12·3	+39 58	cF, vS, R
5541	14 12·4	+40 3	cF, S, R, gbM
5535	14 12·6	+ 8 40	eF, S, iR
5537	14 12·6	+ 7 31	eeF, S, lE
5538	14 12·7	+ 7 56	eF, S, E
5539	14 12·7	+ 8 39	F, pL, iF, gbM
5544	14 12·8	+37 2	F, pS, E 80°, D neb oder bi N
5545	14 12·9	+37 2	E, lbM
5542	14 12·9	+ 8 2	vF, vS
5543	14 13·1	+ 8 8	eF, vS
5546	14 13·2	+ 8 2	pB, cS, gbM
993'	14 13·3	+11 44	vF, iF, diffic.
994'	14 13·4	+11 40	pB, vS, R
5548	14 13·5	+25 36	cF, pS, R, vsvmbM *
5549	14 13·7	+ 7 50	vF, vS, R
5550	14 13·7	+13 21	vF, cS, pmE
5553	14 14·0	+26 44	vF, S, lE
5552	14 14·2	+ 7 30	vF, S
5554	14 14·3	+ 7 30	eF, S
5557	14 14·3	+36 57	cB, S, R, vsbM *
5559	14 14·7	+25 16	vF, S, vlE, bM
5558	14 14·8	+ 7 30	eF, S, lE
999'	14 14·9	+18 20	F, vS, R, N = 14 m, stellar
1000'	14 15·0	+18 19	F, vS, R, N = 14 m, stellar
5567	14 15·0	+35 35	pF, R
5568	14 15·0	+35 33	vF, S, v dif
5562	14 15·2	+10 27	vF, S, vF * 3s f
5563	14 15·3	+ 7 32	eF, S, lE
5564	14 15·3	+ 7 29	eF, S
5565	14 15·3	+ 7 28	eF, S, v diffic. wahrscheinlich 5563
5571	14 15·3	+35 37	S, Cl, F st in neb
5572	14 15·4	+36 36	cF, vS, bM
5570	14 15·5	+ 7 58	F, S, iR
5573	14 15·8	+ 7 22	vF, S, lE
1004'	14 16·2	+18 7	pF, sbM
5579	14 16·2	+35 39	vF, cL
5580	14 16·4	+35 40	pB, S
5582	14 16·7	+40 9	pB, pS, R, bMFN, * sp
5581	14 16·7	+23 57	vF * inv F, vS, R neby
5583	14 17·0	+13 40	vF, pS, R, pB * nr
5588	14 17·2	+35 35	vF, R, gbM
5589	14 17·2	+35 44	vF, S, R
5586	14 17·3	+13 38	eF, vS, R
5587	14 17·4	+14 22	F, cS, vlE, * 8 sf
5590	14 17·4	+35 40	cF, S, R, bM *
5591	14 17·6	+14 8	eF, S, R, pB * nr sf

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5594	14h 18m·2	+26° 50′	*eF, vS, stellar*
1006′	14 18·3	+24 15	*F*
5596	14 18·3	+37 34	*eF, S, R, stellar*
5598	14 18·4	+40 47	*F, vS, R, bM*
5602	14 18·7	+51 0	*pF, pS, lE, mbM*
5601	14 18·8	+40 46	*vF*
5599	14 18·9	+ 7 2	*F, S, lE*
5603	14 19·0	+40 50	*cF, pS, R, gbM*
5600	14 19·1	+15 6	*pB, pS, gbM*
5608	14 19·4	+42 14	*F, pL, lE, vglbM*
5609	14 19·6	+35 18	*eeF*
5611	14 19·8	+33 30	*F, S, R, bM*
5610	14 19·9	+25 4	*vF, S, pmE 0° ±, * 9 f*
5613	14 19·9	+35 21	*eF, pS, dif*
5614	14 19·9	+35 19	*pB, S, R, smbM*
5615	14 19·9	+35 19	—
5616	14 20·2	+36 55	*vF, S, cE, vgbM, er*
1008′	14 20·6	+28 47	*pF*
1009′	14 21·5	+12 48	*vF, S, dif*
5622	14 22·6	+49 0	*vF, pS, vlE, vglbM*
5624	14 22·8	+52 4	*eF, S, lE*
1012′	14 22·9	+31 26	—
5621	14 22·9	+ 8 42	*eeF, L, r*
5623	14 22·9	+33 42	*eF, S, R, vsmbM, r*
5625	14 23·0	+40 24	*vF, S, R, gbM*
1013′	14 23·4	+27 17	*eF, vS*
1014′	14 23·5	+14 13	*F, pL, R, vgbM*
1015′	14 23·6	+15 52	*vF, iF*
5627	14 23·7	+11 50	*vF, vS, R, * 9 sp*
1017′	14 23·7	+26 18	*pF, vS, sbM, stellar*
5628	14 23·8	+18 22	*pF, S, R, gbM N = 14 m*
1018′	14 23·8	+26 16	*eF, eS, v diffic.*
1019′	14 23·8	+26 23	*F, vS, R, stellar, * 13 nr*
5630	14 23·8	+41 42	*F, S, E 90° ±, gbM*
5629	14 23·8	+26 18	*pF, S, R, gbM*
5633	14 23·8	+46 36	*cB, pS, R, pglbM*
5635	14 24·1	+27 51	*F, S, E, sbM*
1020′	14 24·4	+26 28	*F, stellar, vF ** nahe
5637	14 24·4	+23 38	*vF, S, R, vgbM*
5639	14 24·4	+30 51	*vF, R, * 7 p, * 11 s*
1021′	14 24·7	+21 6	*F, S, iR*
5641	14 24·9	+29 16	*pB, pS, lE, mbM, r?*
5642	14 24·9	+30 28	*cF, S, * inv, * 12 nf*
5646	14 25·4	+35 54	*eF, Esp nf, 45″ l*
5644	14 25·6	+12 22	*pB, pS, R, gmbM*
5645	14 25·7	+ 7 43	*cF, pL, iR, gbM*
5647	14 25·8	+12 19	*F, S, R, vlbM*
5648	14 25·8	+14 28	*vF, S,* ohne Kern
5649	14 25·8	+14 27	*eF, vS*
5653	14 25·8	+31 40	*pF, pS, R, bM*
5654	14h 25m·9	+36° 49′	*F, S, E?, : inv.?*
5655	14 26·2	+14 21	*eeF*
5656	14 26·2	+35 46	*pF, pL, R, mbM, r*
5657	14 26·3	+29 38	*F, S, irr, sev vF st inv., r?*
5660	14 26·3	+50 4	*pB, L, iR, vgbM*
1025′	14 26·5	+ 7 32	*eF, sbM*
5659	14 26·7	+25 50	*eF*
1027′	14 26·7	+54 24	*eeF, pS, R,* ein and. nahe
1026′	14 26·9	+31 40	*pB*
5665	14 27·5	+ 8 31	*pB, pL, R, gbM, r*
5673	14 28·1	+50 23	*F, S, cE, * 15 nf*
5666	14 28·3	+10 58	*vF, vS, R, stellar*
5669	14 28·4	+10 21	*F, L, R, lbM, r*
5672	14 28·4	+32 6	*vF, vL, iR, lbM : p*
5675	14 28·6	+36 45	*F, pS, E, bM*
1028′	14 28·6	+42 17	*pB, S, R, F * nf* nahe
1029′	14 29·0	+50 21	*vF, S, lE, mbM*
1030′	14 29·3	+32 8	*pF*
5676	14 29·3	+49 54	*B, L, E 45° ±, pgbM, r*
5677	14 29·7	+25 54	*vF, vS, R, r, 3 st 9. 10 nf*
5681	14 30·7	+ 8 44	*F, S,*
1031′	14 31·0	+48 28	*eeF, S, R*
1032′	14 31·1	+48 24	*eeF, S, R*
5682	14 31·1	+49 6	*F, pS, E*
1033′	14 31·2	+48 22	*eeF, S, R*
5683	14 31·3	+49 6	*F, vS, lE*
5684	14 31·8	+36 58	*F, cS, R, bM*
5685	14 31·9	+30 20	*vF, vS, R, gbM, N = 13 m*
5686	14 31·9	+36 56	*vF, S, R*
5689	14 32·0	+49 10	*cB, pL, E 87°, psmbM*
1034′	14 32·5	+15 6	*vF, lbM*
5693	14 32·7	+48 58	*F, pL, * 13 att.*
5696	14 33·2±	+42 13	*cF, cS, R, lbM, r*
5697	14 33·2±	+42 4	*F, vS, R, bM, 4 B sp*
1035′	14 33·3	+ 9 46	*pF, vS, R, S * nr*
5695	14 33·3	+37 0	*pB, cS, R, bM, r*
5698	14 33·3	+38 54	*cF, cS, lE,* △ m. Sternen
5700	14 33·6	+48 57	*eF, S, r, * 11 sp 8*
1036′	14 33·7	+18 33	*pF, S*
1037′	14 33·8	+18 37	*F, vF, R, stellar*
5699	14 33·9	+29 56	*eF, vS*
5704	14 34·0	+40 57	*F, cS, lE 0° ±*
5707	14 34·1	+52 0	*B, pS, R*
5702	14 34·2	+20 56	*v, F, S*
5703	14 34·2	+29 56	*vF, vS, sR*
5708	14 34·3	+40 53	*F, pL, E 0° ±, gbM*
5706	14 34·4	+30 54	*vF, vS, R, vlbM*
5714	14 34·5	+47 5	*vF, pS, Ep f, D * s*
5709	14 34·5	+30 53	*vF, S, vF, E p f*
1038′	14 34·6	+12 21	*F, vS, stellar, * 10 s*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5710	14h 34m·7	+20° 29'	vF, S, vgbM, ⁑f
5711	14 34·8	+20 24	eF, vS, ⁑ att
5717	14 34·9	+47 7	vF, S, R, D * nr
5720	14 35·1	+51 16	eeF, pS, R, bet 2 st
5721	14 35·2	+47 9	vF, S, R
5722	14 35·3	+47 9	vF, S, R, psbM } Trapez.
5723	14 35·3	+47 10	vF, S, R
5724	14 35·3	+47 10	vF, S, R
1040'	14 35·5	+ 9 54	eF, vS
5727	14 36·2	+34 26	eF, pL, R, dif
5730	14 36·2	+43 14	vF, cS, E 90° ±
5731	14 36·4	+43 12	vF, eS, lE
1044'	14 36·6	+ 9 52	F, vS, R, gbM
5732	14 36·7	+39 5	vF, S, R, lbM
1045'	14 37·0	+43 10	eeF, pS, R, bet 2 st
1047'	14 37·7	+19 36	vF, S, v dif
5735	14 38·2	+29 9	vF, L, iR, lbM
5737	14 38·6	+19 19	vF, cS, R, vglbM
5736	14 38·7	+11 38	eeF, S, lE, v diffic.
5739	14 38·7	+42 16	pB, S, R, smbM, r, * nr
1050'	14 39·5	+18 26	vF, S, R, dif
1051'	14 39·6	+19 26	F, vS, stellar
1052'	14 39·6	+21 2	Neb * 12 m
5747	14 40·3	+12 32	eF, S
5748	14 40·5	+22 21	eF, vS
5751	14 40·7	+53 51	F, S, vlE, △ 2 st 10·11
1053'	14 41·1	+17 22	eF, vS, v dif, * 4 np 28s
5752	14 41·3	+39 10	F
5753	14 41·4	+39 14	F, bM
5754	14 41·4	+39 10	cF, cS, R, bM
5755	14 41·5	+39 12	F
5758	14 42·2	+14 4	eF, pS, R, * 9 f 22s
5759	14 42·5	+13 53	eF, S, R
1056'	14 42·5	+50 49	eeF, L, R, 3 pB, st sf
1057'	14 42·7	+50 47	eF, pS, R, bet 3 st
5760	14 43·1	+18 56	vF, vS, cE 90°, vglbM
5762	14 44·1	+12 52	vF, S, R
5763	14 44·5	+12 54	eeF, pS, v diffic.
1058'	14 44·6	+17 27	F, Ens, mbMN = 14 m
5767	14 46·3	+47 48	eF, pS, R, * nr
1061'	14 46·6	+19 10	eF, eS, diffic.
1062'	14 46·7	+19 6	pF, iF, diffic.
5769	14 47·7	+ 8 23	vF
5772	14 47·8	+41 1	pB, pL, lE, pslbM, * 8 np
5771	14 48·0	+30 15	vF, S, R, pgbM
1069'	14 48·0	+54 47	pF, vS, R,
5773	14 48·3	+30 12	vF, S, R, pgbM
1070'	14 48·8	+51 41	eeF, S, R
5778	14 49·8	+19 4	eeF, pS, R, pB * f nahe, diffic.
5780	14h 50m·1	+29° 22'	vF, S, R, * nr sp
1075'	14 50·2	+18 32	eeF, pS, R, v diffic.
1076'	14 50·4	+18 27	eF, pS, R, bM, * sp
5784	14 50·6	+42 58	pB, S, R, smbM, stellar
5782	14 50·8	+12 7	eF, vS, E, * nr sf
1078'	14 51·5	+ 9 45	pF, vS, R, lbM
5787	14 51·5	+42 54	F, cS, R, pslbM
1079'	14 51·6	+ 9 46	F, vS, R, gbM
5789	14 52·4	+30 38	eF, pS, iF
5790	14 52·7	+ 8 41	eF, vS, iF, lbM
5794	14 52·7	+50 6	pF, S, vsbM, * 13
5795	14 52·8	+49 0	vF, pS, lE, pB * nahe dem p Ende
5797	14 53·1	+50 5	F, S, vsbM * 13
5798	14 53·5	+30 22	F, S, R, vgbM, * nf
5804	14 53·8	+50 5	vF, vS, vsmbM, * 6 nr
5805	14 53·8	+50 3	S
5818	14 55·7	+50 15	vF, pS, R, eF * inv, bet 2 st
5825	14 57·4	+19 6	eeF, pS, lE, pB * f nahe
5827	14 57·5	+26 21	pB, pL, R, bM
5828	14 57·5	+50 24	eF, pS, R, bet 2 dist st
1085'	14 58·1	+17 38	pB, vS, lEns
5829	14 58·3	+23 43	vF, vL, iR, bM
5830	14 58·3	+48 18	vF, S, R, B * nr f
1086'	14 58·8	+17 29	F, iR, bMN
5837	14 59·8	+13 1	vF, S, R, D * np
5840	15 0·1	+29 54	eeF, pS, lE, v diffic.
5853	15 2·1	+39 54	pF, pS, R, mbM, r?
1090'	15 2·1	+43 4	eF, neb?
5851	15 2·2	+13 14	eF, vS
5852	15 2·2	+13 14	eF, vS
5856	15 2·7	+18 50	Neb * bn (?)
1093'	15 2·9	+14 55	pB, vS, R, lbM
5857	15 2·9	+19 39	cF, cS, E,
5860	15 2·9	+43 1	F, S, R, psbM
5859	15 2·9	+19 58	pF, pS, E, m. 5857 D neb.
1094'	15 3·0	+14 59	pB, vS, R, bi N
1095'	15 3·8	+14 24	eeF, S, lE
1096'	15 3·8	+19 35	vF, S, dif
1097'	15 4·0	+19 34	vF, vS, R, lbM
1103'	15 7·1	+19 35	vF, S
5884	15 9·1	+32 14	F, bi N, Pos 170°, Dist 7" ±
5886	15 9·1	+41 36	F, vS, R, bM
5888	15 9·5	+41 38	cF, vS, R, bM, r
5889	15 9·8	+41 42	eeF, glbM
5893	15 9·9	+42 19	F, S, R, r, 3 st nr,
5895	15 10·1	+42 22	vF, S, Ens } anscheinend
5896	15 10·1	+42 23	vF, vS, R } verbunden
5899	15 11·5	+42 25	cB, pL, pmE, smbMN

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5900	15h 11m·5	+42° 34′	*vF, S, vlE, gbM*	5929	15h 22m·5	+42° 1′	*vF, vS,* } Doppelnebel
5901	15 11·5	+42 35	*eF, S*	5930	15 22·6	+42 1	*pF, pS, R* }
5914	15 15·1	+42 14	*F, vS, R, F st inv*	1123′	15 25·5	+43 14	*vF, eS, steller*
5922	15 17·6	+42 1	*eF, S*	5966	15 32·2	+40 5	*vF, S, R, gbM, 2 st 8 f*
5923	15 17·6	+42 5	*vF, pL, vlE, vgbM*				

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
T Bootis	14h 9m 25s	+19° 32′·0	9·7?	< 13	Nur eine Erscheinung bekannt
Y „	14 17 22	+20 15·8	8·0	8·6	2·6 Tage, Algol Typus?
X „	14 19 27	+16 46·4	9·0— 9·4	10·2	121·5 Tage
S „	14 19 32	+54 15·9	7·7— 8·5	12·5—13·2	1863 Mai 10 + 268d·2 *E* + 0·246 E^2 — 0·005 E^3
V „	14 25 42	+39 18·5	6·9— 7·6	9·0—10·5	1884 Aug. 30 + 256d *E*
R „	14 32 47	+27 10·2	5·9— 7·8	11·3—12·2	1858 Juni 8 + 223d·4 *E* + 10 *sin* (10° *E* + 80°)
W „	14 39 2	+26 57·2	5·2	6·1	Unregelmässig
U „	14 49 42	+18 6·0	9·1—10·0	12—13·6	1880 März 11 + 176d·7 *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	13h 30m 54s	+ 8° 48′·2	7·3	*G*	23	14h 19m 43s	+26° 10′·2	8·0	*R² R′ R*
2	13 32 17	+25 7·4	6·0	*OG*	24	14 20 13	+21 49·0	7·1	*R′*
3	13 42 54	+ 8 30·8	8·7	*G*	25	14 25 42	+39 18·5	var.	*G R², V*
4	13 44 41	+16 18·2	4·2	*G*					Bootis
5	13 46 45	+35 9·6	5·8	*O*	26	14 27 33	+30 48·3	4·0	*G*
6	13 47 27	+34 56·1	5·7	*O*	27	14 28 0	+22 42·0	5·3	*G*
7	13 50 32	+19 11·0	7·9	*R*	28	14 28 4	+38 45·4	2·8	*G*
8	13 56 7	+38 21·7	8·9	*GR²*	29	14 30 34	+37 3·9	6·2	*G*
9	17 56 10	+39 47·8	6·5	*RG*	30	14 32 47	+27 10·2	var.	*R, R* Boot.
10	13 56 16	+38 18·8	8·9	*R*	31	14 34 13	+37 9·6	8·0	*R G*
11	14 1 45	+17 26·6	6·9	*RG*	32	14 35 5	+32 57·8	8·3	*R*
12	14 3 56	+44 19·5	5·3	*OG*	33	14 35 49	+22 34·3	6·0	*R′ G*
13	14 3 33	+49 56·5	5·5	*O*	34	14 36 0	+38 31·4	7·0	*O R*
14	14 9 36	+38 2·6	7·9	*RG*	35	14 37 0	+31 58·9	8·0	*R*
15	14 9 58	+36 4·8	7·0	*O R′*	36	14 39 2	+26 57·2	var.	*O G, W*
16	14 11 10	+19 43·7	1·0	*WG* Veränd.					Bootis
				zw. *R, G*	37	14 40 38	+27 29·5	2·3	*G*
17	14 11 42	+34 53·7	8·1	*OR*	38	14 41 24	+15 33·4	5·5	*R G*
18	14 12 43	+15 43·4	6·2	*RG*	39	14 50 28	+ 7 13·0	7·5	*R G*
19	14 17 52	+29 50·1	6·5	*OR*	40	14 53 35	+14 25·5	7·0	*R G*
20	14 19 26	+ 8 32·4	7·3	*G*	41	14 57 46	+25 24·3	4·7	*G O*
21	14 19 32	+54 15·9	var	*O, S* Boot.	42	15 2 54	+25 15·5	4·8	*G*
22	14 19 41	+21 55·3	8·2	*R′*	43	15 4 14	+25 29·5	6·3	*R²*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ	Grösse	Farbe
44	15h 5m 44s	+12° 2′·7	6·5	*G*	49	15h 27m 34s	+36° 57′·3	6·5	*GO*
45	15 7 31	+19 21·1	5·9	*G*	50	15 28 14	+41 15·2	4·8	*OGG*
46	15 11 28	+33 41·3	3·0	*G*	51	15 32 7	+38 42·1	6·5	*GR*
47	15 23 2	+37 38·7	8·3	*R*	52	15 35 37	+36 57·5	4·3	*GW*
48	15 26 41	+37 8·1	6·5	*G*	53	15 37 45	+38 53·0	7·0	*R*

Genäherte Präcessionen für 10 Jahre.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	10°	20°	30°	40°	50°	60°	α	
13h 30m	30s	29s	28s	27s	25s	22s	13h 30m	—3′·1
14 0	30	28	27	25	23	19	14 0	—2·9
14 30	29	28	26	24	21	17	14 30	—2·6
15 0	29	27	25	23	20	14	15 0	—2·3
15 30	29	27	25	22	18	12	15 30	—2·0

Caelum (der Grabstichel), ein von LACAILLE eingeführtes Sternbild des südlichen Himmels. Die Grenzen laufen in der Uranometria Argentina in folgender Weise. Die südliche sowohl als die nördliche Grenze bildet eine Curve, und zwar die südliche beginnend bei 49° südlicher Deklination und 4h 16m Rectascension laufend auf 43° und 5h 0m; die nördliche in der gleichen Rectascension wie die südliche, nämlich bei 4h 16m, aber in — 40° Deklination beginnend, geht in einer geschweiften Linie zum Punkt — 27° 15′ und 4h 50m, dann auf dem 27ten Parallelgrad bis zu 5h 0m. Es wird demnach die voraufgehende Grenze durch 4h 16m, die folgende durch 5h 0m Rectascension gebildet. In dem Sternbild werden von GOULD aufgeführt: 4 Sterne der 5ten Grösse und 24 der 6ten und 6·7ten Grösse.

Caelum grenzt im Norden an Eridanus, Lepus, im Süden an Pictor, in der voraufgehenden Rectascension an Horologium, in der folgenden an Columba.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ
1601	*h* 3643	5·5	4h 16m·1	—44° 32′	1774	*h* 3685	9	4h 41m·7	—43° 35′
1617	*h* 3645	10·5	4 18·3	—44 37	1806	*h* 3694	8	4 46·1 ±	—45 21
1619	*h* 3646	8	4 18·6	—41 28	1809	*h* 3695	7·5	4 47·0	—38 45
1625	*h* 3648	10·5	4 19·3	—43 52	1811	*h* 3697	6·5	4 47·0	—41 30
1651	*h* 3650	6	4 23·3	—40 46	1815	*h* 3698	9	4 47·5	—38 23
1676	*h* 3659	6	4 27·0	—35 53	1818	*h* 3699	7·5	4 47·8	—45 51
1701	*h* 3663	8	4 30·4	—35 3	1846	*h* 3704	10	4 51·0	—41 35
1709	*h* 3667	7	4 31·9	—38 14	1876	*h* 3711	8	4 55·7	—41 4
1730	*h* 3672	8·5	4 35·0	—35 30	1881	*h* 3713	8·5	4 56·1	—43 20
1733	*h* 3675	6·5	4 35·2	—44 50	1905	*h* 3717	10	4 58·4	—39 43
1732	*h* 3674	8	4 35·4	—37 31	1906	*h* 3718	8	4 58·9	—36 17
1740	*h* 3678	8	4 36·1 ±	—45 15					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1558	4^h $16^m·2$	—45° 16'	*pF, S, E, gbM*	1616	4^h $29^m·6$	—43° 56'	*F, S, E, vglbM*
1567	4 18·3	—48 29	*F, S, R, bM*	1658	4 40·8	—41 41	*F, pS, pmE, glbM*
1570	4 19·0	—43 41	*F, S, R, gbM*	1660	4 40·9	—41 43	*vF, S, lE, glbM*
1571	4 19·1	—43 51	*vF, S, R, gbM,* ⁚ *nf*	1668	4 43·2	—44 58	*eF, R,* * 14 *att*
1572	4 19·3	—40 49	*pF, S, R,* * 13 *nf* 1'	1679	4 46·2	—32 9	*vB, L, iR, 4 st inv*
1585	4 24·3	—42 23	*pF, S, R, gbM,* *12, 287°·8	1687	4 47·6	—34 7	*vF S, R, vglbM*
1595	4 25·6	—48 2	*vF, S, R, bM*	1701	4 52·0	—30 2	*F, S, vlE, glbM,* * 10, 75" *sf*
1598	4 25·7	—48 0	*F, S, R, bM*	1759	4 57·5	—38 52	*vF, pL, vglbM*

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum
R Caeli . . .	4^h 37^m 4^s	—38° 26'	7·5	10·0—10·5

D. Farbige Sterne.

Nummer	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	4^h 39^m 10^s	—30°57'·0	6·2	*R*

Genäherte Präcessionen für 10 Jahre.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	—25°	—30°	—35°	—40°	—45°	—50°	α	Δδ
4^h 0^m	25^s	24^s	23^s	21^s	19^s	16^s	4^h 0^m	+1'·6
4 20	25	24	22	21	19	16	4 20	+1·4
4 40	25	24	22	20	18	16	4 40	+1·2
5 0	25	24	22	20	18	15	5 0	+0·9

Camelopardalus (die Giraffe). Der Camelopardalus wurde von Hevel, nach anderen Angaben bereits von Bartsch, dem Schwiegersohn Kepler's eingeführt. Er erstreckt sich mit seinem Kopf bis ganz nahe an den Nordpol. Auf manchen älteren Sternkarten ist ein Theil dieses Bildes durch den Erntehüter, ein von Lalande zu Ehren Messier's eingeführtes Sternbild, eingenommen, indessen ist dieses wieder aus der Liste der gebräuchlichen Sternbilder gestrichen. Die Grenzen genau anzugeben ist schwierig wegen der vielen ganz unregelmässig verlaufenden Linien. Für die folgenden Verzeichnisse sind sie in nachstehender Weise angenommen. Die voraufgehende Grenze liegt auf 3^h 0^m Rectascension; im Norden geht sie dann bis 6^h 2^m auf den 80. Grad nördlicher Deklination; hier geht sie bis zum 86. Grad und zieht sich auf diesem Parallelkreise bis 15^h 20^m Rectascension. Hier geht sie auf den 80. Grad hinab, dann mit einer bis 75° südlich auslaufenden Spitze bei 13^h bis zu 9^h Rectascension, wobei aber wieder der Drachenschwanz eine Einbiegung nach Norden macht. Bei 9^h 0 ge-

dann die Grenze bis auf 75°, von hier in einer geraden Linie auf den Punkt $8^h 0^m$ und + 70°. Von diesem Punkt geht sie direkt südlich bis + 57°, bleibt auf diesem Parallel bis $7^h 30^m$, geht abermals nach Norden bis + 63°, läuft auf dem 63. Grad bis $6^h 2^m$, geht dann südlich bis + 55°, in einer um den Kopf des Auriga ausgebogenen Spitze vom Punkt $5^h 44^m$ und + 57° in gerader Linie auf $4^h 32^m$ und + 50°, und erreicht dann in ebenfalls gerader Linie bei + 55° die Rectascension $3^h 0^m$, von wo der Ausgang erfolgte. Heis hat folgende Sterne verzeichnet: 2 Sterne 4ter Grösse, 25 der 5ten Grösse und 110 der 6ten und 6·7ten, sowie einen Sternhaufen, also im Ganzen 138 Objecte.

Camelopardalus grenzt im Norden an Cepheus und Ursa minor, im Westen an Cassiopea, im Süden an Perseus, Auriga, Lynx, Ursa major, woran sich nach Osten Draco schliesst.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1107	Σ 335	8·5	$2^h 59^m·2$	+63° 22'	1270	Σ 400	7·0	$3^h 29^m·6$	+59° 42'
1112	h 1130	10·11	3 1·8	+67 18	1255	h 1136	10·11	3 29·8	+69 52
1115	h 1131	9	3 2·3	+67 21	1272	Σ 402	8	3 30·4	+62 58
1113	h 2168	10	3 3·0	+71 2	1257	h 2190	13	3 30·6	+72 15
1138	Σ 349	7·4	3 5·3	+63 25	1280	h 2193	11	3 33·5	+73 0
1130	h 2172	7·8	3 6·0	+71 11	1296	OΣ² 36	6	3 34·2	+63 34
1132	OΣ 50	7·8	3 6·1	+71 11	1287	h 1137	11	3 34·6	+71 4
—	β 1176	5·7	3 7·6	+77 22	—	β 1231	8·2	3 34·6	+65 40
1128	Σ 345	7	3 8·0	+78 8	1268	h 2191	10	3 35·0	+78 22
1140	h 2173	6·7	3 8·0	+73 30	1297	Σ 419	7·2	3 36·1	+69 32
1125	Σ 340	7·8	3 8·4	+79 9	1317	h 2198	9	3 37·1	+54 16
1150	h 1132	9·10	3 8·7	+66 39	1294	Σ 418	8·7	3 37·3	+75 3
1158	OΣ 51	8	3 9·2	+54 22	1310	h 1138	10	3 38·5	+68 3
1167	Σ 362	8·0	3 11·1	+59 42	1309	Σ 421	7·0	3 39·2	+71 18
1162	h 2176	9·10	3 11·2	+75 9	1324	Σ 428	8·5	3 41·5	+70 15
1159	OΣ 52	6·7	3 11·8	+65 17	1345	OΣ 62	8	3 43·1	+64 27
1174	h 1133	6	3 14·1	+69 22	1335	h 2200	5·6	3 43·3	+71 2
1163	Σ 368	8·0	3 15·6	+68 8	1361	Σ 375	7·0	3 44·1	+56 49
1164	Σ 363	8·3	3 15·8	+78 9	1369	Σ 446	7·0	3 44·9	+52 21
1197	Σ 373	7·8	3 16·5	+62 24	1365	Σ 445	8·2	3 45·2	+59 50
1181	h 2179	10	3 17·2	+74 57	1352	h 1139	8·9	3 45·3	+70 13
1215	h 2185	11	3 17·6	+55 16	1378	h 2207	10	3 46·6	+55 48
1200	Σ 374	7·5	3 18·1	+67 6	1385	Σ 454	7	3 47·5	+52 22
1213	Σ 378	8·2	3 19·3	+58 5	1351	h 2203	9·10	3 48·3	+77 30
1233	Σ 386	8·9	3 22·9	+54 50	1403	Σ 461	8·0	3 50·2	+56 14
1231	Σ 384	8	3 23·2	+59 34	1393	Σ 455	8	3 50·5	+69 14
1236	Σ 385	4·7	3 23·7	+59 36	1411	Σ 462	9·0	3 50·8	+52 6
1242	Σ 389	7·0	3 24·9	+59 1	1409	OΣ 67	5·6	3 51·5	+60 50
1244	Σ 390	4·8	3 25·0	+55 6	1417	h 2210	12	3 51·7	+52 4
1239	OΣ 54	7·8	3 25·9	+67 15	1379	h 2208	9	3 53·7	+78 47
1260	Σ 396	6·9	3 28·3	+58 26	1421	h 1140	9·10	3 54·8	+69 39
1261	Σ 397	8·9	3 28·6	+60 3	1442	h 2215	9·10	3 55·8	+53 7
1265	Σ 398	9	3 29·0	+57 57	1420	h 2211	8·9	3 58·6	+78 10
1243	h 2189	11	3 29·5	+76 26	1460	Σ 480	8·0	3 59·4	+55 29
1275	h 2192	9·10	3 29·5	+53 15	1462	h 2217	13	3 59·4	+52 22

Numm. des Hersch Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α	δ	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α	δ
			1900·0					1900·0	
1443	Σ 472	9	3h 59m 7	+71° 46'	1697	h 2235	9·10	4h 39m·0	+71° 16
1446	h 2216	10	4 0·0	+72 13	1737	Σ 586	8	4 41·9	+52 57
1471	Σ 484	9	4 2·1	+62 5	1742	Σ 587	7	4 42·9	+52 57
1473	Σ 485	6	4 2·2	+62 5	1745	Σ 587²	7·1	4 43·5	+52 58
1456	Σ 474	8·5	4 3·9	+75 58	1734	Σ 584	7·0	4 43·6	+66 22
1487	h 2219	10·11	4 4·4	+51 49	1728	h 2236	10	4 44·7	+74 46
1485	Σ 490	8	4 4·9	+59 54	1735	h 1151	10	4 44·9	+70 42
1492	h 2220	9	4 5·2	+56 10	1755	Hh 135	—	4 45·0	+53 11
1480	h 1141	10	4 6·0	+68 52	—	β 1187	5·5	4 46·9	+55 6
1510	Σ 498	8·9	4 7·7	+53 33	1760	Σ' 472	4·0	4 47·5	+66 10
—	β 1233	8·0	4 8·0	+66 50	1773	Σ 600	8 5	4 48·4	+60 25
1474	Σ 486	8·9	4 9·2	+79 13	—	β 313	6·5	4 51·3	+69 1
1503	Σ 496	8·9	4 9·2	+70 16	1792	OΣ 88	6·7	4 51·4	+61 36
1516	Σ 503	8·9	4 11·1	+63 56	1785	Σ 602	8·3	4 51 9	+69 9
1519	Σ 505	8·9	4 11·5	+62 21	1804	Σ 610	4·4	4 52·1	+53 36
1517	Σ 504	8 9	4 11·9	+67 20	1788	Σ 604	8·0	4 52·8	+69 54
1524	Σ 507	8	4 12·3	+61 21	1794	Σ 606	8 0	4 53·4	+69 16
1525	Σ 509	7·0	4 12 4	+61 41	1803	OΣ 89	6·7	4 56·3	+73 [illegible]
1528	Σ 511	7·0	4 12·4	+58 33	1836	Σ 618	7·5	4 57·4	+62 57
1530	OΣ 75	7 8	4 13·0	+60 15	1839	Σ 617	8 9	4 57·6	+62 [illegible]
1535	h 2225	9·10	4 13 0	+53 7	1843	Σ' 495	4 0	4 57·6	+60 [illegible]
1522	Σ 508	8·0	4 13·4	+67 39	1828	h 2244	9	4 58 2	+69 14
1531	Σ 513	8 5	4 13 5	+61 20	1854	Σ 625	8·2	4 58·9	+58 [illegible]
1523	Σ 506	9	4 14 1	+70 9	—	β 749	7·8	4 59·3	+55 24
1550	OΣ² 46	7	4 15·7	+55 18	1831	Σ 615	7·5	4 59·9	+73 [illegible]
1563	Σ 522	8·0	4 17 5	+51 22	1855	h 1152	10	5 1·0	+68 41
1554	h 1142	9	4 18·6	+68 59	1857	h 1153	10	5 1·6	+69 [illegible]
1579	Σ 526	9 0	4 20·2	+60 2	1882	Σ 635	8·0	5 2·5	+54 [illegible]
1593	Σ 530	8·2	4 21·4	+53 15	1879	σ 151	—	5 3·4	+62 21
1592	Σ 531	7·0	4 21·5	+55 25	1891	Σ 633	6·1	5 4·5	+63 [illegible]
1575	h 1143	10	4 21·7	+70 32	1896	Σ 637	8	5 6·1	+67 43
1605	Σ 538	8·9	4 24·4	+64 2	1913	Σ 641	8	5 6·3	+57 [illegible]
1613	Σ 540	8 3	4 24·9	+63 12	1898	Σ 638	7 5	5 7 1	+69 [illegible]
1589	h 2227	10	4 25·7	+75 5	1914	σ 154	—	5 7·3	+62 [illegible]
1599	h 2228	6	4 25·8	+72 18	1887	Σ 632	8·0	5 10·6	+79 [illegible]
1612	h 1144	10	4 25·9	+68 10	1892	Σ 634	6 0	5 11·8	+79 [illegible]
1629	h 1145	11	4 28·3	+69 16	1939	h 1154	9	5 12·6	+71 [illegible]
1646	Σ 553	8 0	4 28·3	+50 51	1964	Σ 656	8·2	5 14·5	+63 4
1633	h 2231	12	4 29·1	+70 37	1971	Σ 659	8·7	5 15·4	+64 [illegible]
1649	h 1144	9	4 31 4	+69 51	1977	Σ 663	7·5	5 16·2	+66 [illegible]
—	β 1013	5·0	4 32·0	+52 53	1965	h 1155	9·10	5 16·6	+70 [illegible]
1650	h 1146	8·9	4 32·2??	+71 16	2001	Σ 676	8	5 18·3	+64 [illegible]
1660	Σ 557	8·0	4 32·6	+62 47	2005	Σ 677	8	5 18·7	+63 [illegible]
1662	h 1148	10	4 33·9	+68 18	2041	Σ 690	8	5 21·3	+57 [illegible]
1687	Σ 566	5·6	4 34·8	+53 18	2015	h 1156	12	5 21·5	+70 [illegible]
1695	Σ 566²	—	4 35·2	+53 16	2036	Σ 689	8·9	5 23·0	+67 [illegible]
1679	Σ 561	8·9	4 37·2	+74 6	2066	Σ 704	7·2	5 26·9	+69 [illegible]
1710	Σ 574	8·2	4 37·8	+52 57	2120	Σ 720	8·2	5 30·6	+63 [illegible]
1698	h 1150	14	4 38·5	+69 20	2135	h 2269	9	5 30·8	+56 [illegible]
1694	h 1149	10	4 39·0	+69 20	2053	Σ 695	8·3	5 31·3	+79 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2101	Σ 714	8·2	5h 31m·9	+73° 56′	3310	Σ 1131	9	7h 45m·2	+71° 42′
2136	OΣ 109	7·8	5 34·4	+71 34	3340	Σ 1136	7·1	7 46·9	+65 10
2154	h 2273	8·9	5 34·4	+57 4	3351	h 2417	11	7 47·1	+56 48
2163	Σ 739	8·5	5 36·9	+66 29	3301	OΣ 178	6·7	7 49·3	+80 8
2237	Σ 3115	—	5 42·2	+62 46	3375	Σ 1148	8·9	7 52·1	+71 1
2250	Σ 780	6·7	5 44·5	+65 43	3437	Σ 1160	8·3	7 56·2	+57 14
2206	Σ 760	8	5 45·0	+76 51	3427	OΣ 184	7	7 56·6	+65 9
2269	h 2278	—	5 45·0	+56 53	3533	Σ' 935	6·6	7 56·7	+63 23
2254	h 2276	12	5 47·6	+72 55	3392	Σ 1151	9·5	7 56·9	+77 5
2287	Σ 793	8·9	5 51·0	+71 34	3431	Σ 1159	7·5	7 57·8	+72 5
2332	Σ 812	6·7	5 54·7	+65 32	3449	Hh 285	--	7 59·1	+64 0
2336	Σ 814	8·9	5 56·0	+67 19	3442	Σ 1164	8	7 59·3	+68 42
2330	OΣ 121	8	5 57·0	+74 2	3476	h 2424	7·8	8 0·6	+59 32
2389	OΣ 128	6·7	5 59·3	+51 35	3502	h 2427	9	8 7·0	+72 20
2358	h 2284	12	6 0·1	+73 31	3457	Σ 1169	8	8 7·2	+79 48
2388	h 2286	10	6 0·1	+58 31	3550	Σ 1193	6·0	8 13·6	+72 43
2403	Σ 831	9·0	6 4·2	+68 0	3547	OΣ 188	6·7	8 14·4	+75 9
2386	Σ 824	8	6 5·7	+76 32	3686	OΣ 192	6	8 29·5	+75 5
2444	OΣ^2 69	6·7	6 9·0	+66 10	3810	Σ 1253	8·5	8 42·3	+72 23
2467	Σ 857	7	6 10·7	+65 44	3898	Σ 1284	8·0	8 58·6	+81 26
2485	Σ 868	8·5	6 15·9	+73 57	3993	Σ 1305	9·0	9 11·0	+80 14
2529	Σ 882	8·0	6 17·5	+64 58	3987	Σ 1304	9·0	9 12·1	+81 49
2543	OΣ 136	6	6 20·8	+70 36	4524	h 5480	10	10 30·0	+79 21
2537	h 2308	9	6 21·3	+73 4	4672	Σ 1471	9·5	10 48·2	+80 19
2538	h 2309	9	6 21·4	+73 2	4702	Σ 1480	8·9	10 54·5	+82 45
2570	Σ 893	8·9	6 30·1	+79 46	4706	Σ 1479	8·7	10 56·2	+83 46
2661	Σ 922	7·2	6 32·0	+64 50	4761	Σ 1499	9·2	11 3·8	+83 38
2668	Σ 925	7·8	6 33·4	+67 25	4872	h 1186	12	11 19·0	+76 58
2698	h 2323	10·11	6 36·6	+72 24	4886	h 1187	11	11 20·4	+76 57
2808	h 2339	9	6 50·4	+71 2	4889	h 1188	10	11 21·2	+76 53
2836	Σ 975	7·8	6 54·3	+65 25	4910	Σ 1539	8·3	11 25·8	+81 35
2833	Σ 973	7·7	6 55·5	+75 23	5071	h 1200	10	11 47·5	+79 29
2864	Σ 980	8·5	6 57·1	+72 49	5211	OΣ^{2}117	5·6	12 8·3	+82 18
2917	Σ 1005	7·5	7 0·3	+63 0	5216	OΣ^{2}118	6·7	12 9·0	+82 28
2903	h 2355	7·8	7 1·1	+72 7	5245	Σ 1625	7·2	12 13·5	+80 41
2925	Σ 1006	8	7 1·2	+62 56	5321	h 2612	9	12 26·9	+75 49
3018	Σ 1039	8·8	7 12·7	+63 42	5334	Σ 1654	8·0	12 29·5	+75 22
3015	Σ 1038	7·5	7 13·7	+68 43	5378	h 2618	9	12 37·3	+75 14
2949	Σ' 810	5	7 17·8	+82 37	5380	h 2619	8·9	12 37·5	+74 58
3043	Σ 1051	8·0	7 18·8	+73 16	5446	Σ 1694	5·0	12 49·6	+83 57
3067	Σ 1059	8	7 19·6	+69 42	5455	Σ 1698	8·7	12 52·7	+75 11
3104	Σ 1075	8·0	7 21·7	+63 12	5474	OΣ 258	7	12 53·2	+83 5
3115	h 2376	11	7 24·8	+72 14	5472	h 2629	9	12 55·1	+74 39
3208	h 2392	9·10	7 33·2	+71 54	5510	Σ 1720	8·1	12 58·8	+83 28
3188	Σ' 878	9·5	7 35·5	+78 1	5522	h 2643	11	13 4·0	+77 20
3218	Σ 1107	8·9	7 36·5	+76 0	5527	h 2644	9·10	13 4·8	+76 50
3288	Σ 1122	7·1	7 39·7	+65 24	5602	Σ 1745	8	13 19·5	+79 57
3294	Σ 1125	8·5	7 40·1	+61 8	5624	OΣ 267	7·8	13 24·1	+76 30
3298	Σ 1127	7·0	7 41·0	+64 18	5741	h 2682	8	13 40·1	+77 21
3319	OΣ 180	7	7 43·1	+59 21	5767	Σ 1787	8·5	13 41·3	+81 41

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4542	12h 30m·0	+51° 22'	cF, pL, R
4583	12 33·2	+34 0	cF, S, lE, bM
4617	12 36·7	+50 58	pF, S, iR, er
4618	12 36·8	+41 42	B, L, E, mbM, ein gekrümmter Zweig n
4619	12 36·9	+35 37	F, pS, R, lbM, * 8·9 f
4625	12 37·1	+41 50	pF, S, R
4627	12 37·1	+33 8	F, S, R
4631	12 37·3	+33 6	!, vB, vL, cE 70° ±, bMN * 12 att n
4655	12 38·8	+41 34	vF, vS, stellar, * 15 f
4656	12 39·1	+32 43	!, pB, L, vmE 34°
4657	12 39·3	+32 46	!, pF, L, E 90° ±
4662	12 39·7	+37 41	pF, pL, R, gbM, r
4676	12 41·3	+31 17	vF, pmE, ? biN
819'	12 42·3	+31 17	D neb. vF, vS
820'	12 42·3	+31 16	D neb. vF, vS
4687	12 42·6	+36 54	vF, vS, R, psbM
4704	12 44·0	+42 28	cF, S, R, gbM
4707	12 44·2	+51 44	S, stellar
4711	12 44·6	+35 53	F, S, E, glbM, er
4719	12 45·3	+33 42	vF, stellar
4732	12 45·7	+53 26	F, S, vsmbM
4736	12 46·2	+41 40	vB, L, iR, vsvmbMBN, r
4737	12 46·2	+34 42	cF, vS, pmE
4741	12 46·4	+48 13	vF, S, R, psbM
826'	12 46·5	+31 36	F, pS, R, gbM
4774	12 48·4	+37 22	cF, cS, R, bM
4800	12 50·0	+47 4	pB, cS, R, psbM, * 14 p
4801	12 50·2	+53 38	cF, S, lE
4834	12 52·0	+52 50	vF, S, iR, bM
4837	12 52·2	+49 21	Neb?
4846	12 53·0	+37 55	cF
4861	12 54·3	+35 24	vF, pL, vmE 30° ±, bet 2 st
4868	12 54·5	+37 51	pB, S, R, mbM
4870	12 54·6	+37 32	pF, lE, bet 2 st
4893	12 55·4	+37 44	vF, * 20 sp, * 17 nf
4901	12 55·4	+47 45	pF, S, R, gbM
4912	12 56·1	+37 55	—
4913	12 56·1	+37 53	—
4914	12 56·1	+37 51	pB, cS, R, smbM, * 17 np
4916	12 56·3	+37 54	Neb
4917	12 56·3	+47 45	cF, S, E, bM
4932	12 58·1	+51 0	cF, S, R, vglbM
4938	12 58·6	+51 52	cF, R, psbM
4956	13 0·3	+35 43	pB, cS, R, smbM
4959	13 0·9	+33 43	cF, S, R
4963	13 1·3	+42 16	F, vS, R, stellar, vS * s
4987	13h 3m·7	+52° 28'	vF, vS, stellar
4986	13 3·7	+35 44	vF, S, R, stellar
4998	13 4·2	+51 13	vF
853'	13 4·5	+53 18	eeF, pS, R
5002	13 6·0	+37 11	vF, pL, E, * 13 att n
5003	13 6·0	+42 20	vF, pS, lbM, [illegible]
5005	13 6·3	+37 36	vB, vL, vmE 66°, vsbMN
5009	13 6·5	+50 37	vF, R, bet 2 vS st
5014	13 6·9	+36 49	pF, S, E, psbM
5021	13 7·5	+46 43	pF, cS, R, * 12 nf [illegible]
5023	13 7·7	+44 34	pF, L, mE 20°, [illegible]
5025	13 8·0	+32 21	vF, S, lE, * 13 n
5029	13 8·2	+47 37	F, vS, R, gbM
5033	13 8·9	+37 8	vB, pL, E 167°, smbMvBN * nf
5040	13 9·5	+51 49	F, S, iR, vgmbM
5041	13 9·8	+31 24	F, S, R
861'	13 10·5	+34 52	F, vS, R, sbM
5055	13 11·3	+42 34	vB, L, pmE 120° ±, vsmbMBN
5056	13 11·5	+31 29	cF, cS, R
5057	13 11·7	+31 34	cF, cS, R
5065	13 12·8	+31 37	vF, cS
5074	13 13·8	+32 0	cF, vS
5083	13 14·4	+40 8	pF, pL, R
5096	13 15·5	+33 36	vF, cS, R, bM
5098	13 15·7	+33 40	vF, S, bet 2 st
883'	13 15·9	+34 40	F, pS, iR, bM
5103	13 15·9	+43 37	pB, cS, E
5107	13 16·9	+39 5	vF, S, cE 0° ±
5112	13 17·4	+39 16	F, L, iR, vglbM
5123	13 18·8	+43 37	pF, S, R, gmbM
5127	13 19·1	+32 5	pB, pL, R, gmbM, [illegible]
5131	13 19·3	+31 31	F, pS, lE, N = * 15
5141	13 20·3	+36 54	cF, cS, R, vsmbM*, * 12 [illegible]
5142	13 20·5	+36 56	F, cS, R, vsmbM*
5143	13 20·5	+36 58	vF
5145	13 20·8	+43 47	pB, vS, vlE, [illegible]M
5149	13 21·6	+36 28	cF, pS, E, bM
5154	13 21·9	+36 31	vF, pL, R
5157	13 22·7	+32 32	F, pS, vlE, bM
5166	13 23·6	+32 33	pF, pL, lE, bM
5169	13 23·9	+47 9	vF, pS, E
5173	13 24·2	+47 6	F, vS, R, stellar
5187	13 25·1	+31 39	vF, vS, R, gbM
5194	13 25·7	+47 43	Grosser Spiralnebel
5195	13 25·8	+47 47	F, pS, lE, vgbM, att to 5194
5198	13 26·0	+47 11	pF, pS, R, mbM

Nummer der DREYER-Catalogs	α	δ	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Catalogs	α	δ	Beschreibung des Objects
	1900·0				1900·0		
2646	8^h 39^m·0	+73° 51′	*vF, S, 2 F st 2′·5 sf*	4363	12^h 19^m·1	+75° 30′	*eF, pL, iF*
2653	8 42·2	+78 47	*vF, vS, F** nahe *n*	4386	12 20·3	+76 5	*pB, cL, lE, psmbM*
2655	8 42·5	+78 36	*vB, cL, lE* 90°, *gsvmbM*	4572	12 31·5	+74 47	*eF, S*
2715	8 55·4	+78 28	*pB, L, E*	4589	12 33·6	+74 45	*cB, L, lE, pgmbM*
2732	9 0·3	+79 36	*pB, S, E* 45°, *13 *nf*	4954	12 59·5	+75 56	*vF, S, R, vgbM*
3210	10 16·5 ::	+80 21	*stellar*	4972	13 1·4	+75 50	*vF, S, iR, bM*
3212	10 17·9	+80 20	*vF, S*	5262	13 33·9	+75 34	*eF, S*
3215	10 18·2	+80 20	*vF, S*	5295	13 40·3	+79 56	*vF, vS, R*
3397	10 46·0	+77 50	*cB, vS, iF* (Position?)	5323	13 44·9	+77 20	*vF, pS, lE* 0° ±
3901	11 44·4	+78 39	*pF, pL, r* (Position?)	5385	13 51·6	+76 40	*Cl, P, S*
4127	12 3·6	+77 22	*F, pL, vlE, glbM*	5452	13 57·6	+78 42	*vF, pL, iR, vgvlbM*
4133	12 4·0	+75 27	*pB, cL, R, gmbM*	5547	14 11·1	+79 4	*eF, vS, E* 0° ±
5419	12 6·1	+76 41	*eF, pS, R,* △ *2 st*	5640	14 22·0	+80 31	*eF, S, lE*

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α	δ	Grösse Maxim.	Grösse Minim.	Periode, Bemerkungen
	1900·0				
U Camelopardi	3^h 33^m 12^s	+62° 19′·4	7·3	8·8	Unregelmässig
T „	4 30 21	+65 56·7	7·0—8·2	< 12	1864 Febr. 5 + 280^d *E*
S „	5 30 13	+68 44·6	8·3—8·5	10·2—12	1892 Juli 29 + 313 *E*
R „	14 25 6	+84 17·1	7·2—8·6	11·8—13·5	1869 Aug. 29 + 269·5 *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe
	1900·0					1900·0			
1	3^h 0^m 58^s	+56° 15′·9	8·0	*O R'*	22	3^h 46^m 59^s	+69° 13′·2	8·0	*R G*
2	3 1 37	+65 21·5	9·0	*R R*	23	3 48 36	+60 49·0	5·8	*O'*
3	3 2 36	+73 55·1	7·1	*R'*	24	3 49 9	+50 24·4	5·7	*G W*
4	3 3 26	+73 52·0	7·0	R^2	25	3 57 11	+61 31·2	7·5	*R*
5	3 3 43	+57 31·4	7·9	*G R*	26	4 8 31	+61 32·8	7·9	*G*
6	3 4 59	+55 46·4	8·0	*O R'*	27	4 8 50	+62 5·9	7·0	*R*
7	3 11 30	+56 32·9	8·8	*O R'*	28	4 9 10	+56 55·8	7·3	*O R*
8	3 15 38	+58 21·9	6·9	*O R'*	29	4 12 41	+55 51·6	8·5	*O R'*
9	3 15 59	+64 13·8	6·0	*G*	30	4 22 23	+57 11·5	8·5	*R'*
10	3 17 23	+58 20·3	7·4	*O R'*	31	4 27 32	+57 5·7	8·5	*O R*
11	3 18 34	+55 47·2	7·8	*O R'*	32	4 32 21	+57 9·1	8·6	*O R'*
12	3 19 57	+71 30·9	6·5	*O G*	33	4 32 31	+57 28·1	9·2	*R'*
13	3 22 35	+55 2·3	7·5	*R*	34	4 40 28	+55 30·1	8·8	*O R'*
14	3 33 12	+62 19·5	*var*	*R R*	35	4 40 51	+67 59·7	7·0	*G R*
15	3 33 28	+62 53·5	5·0	*O*	36	4 42 43	+63 20·2	5·8	*O*
16	3 33 53	+80 0·5	7·8	*R*	37	4 48 20	+57 56·3	8·0	*O R'*
17	3 34 28	+59 38·8	6·0	R^2	38	4 48 29	+58 57·7	7·0	*O R*
18	3 38 29	+53 36·0	8·0	*R*	39	4 49 43	+63 12·7	8·4	*O R*
19	3 38 45	+56 58·6	8·9	*O R'*	40	4 59 7	+62 9·1	9·2	*O R'*
20	3 40 21	+65 13·0	4·5	*O G*	41	5 0 7	+68 32·3	8·8	*O R'*
21	3 43 41	+62 2·6	7·0	*O R*	42	5 30 13	+68 44·8	*var*	*R*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
43	$6^h 21^m 5^s$	+65° 2′·6	8·3	*RG*	49	$12^h 0^m 3^s$	+77°19′·4	7·4	*WG*
44	6 54 34	+70 53·8	6·5	*G*	50	12 0 10	+77 27·9	5·8	*WG*
45	7 10 4	+82 36·2	5·5	*OG*	51	12 5 7	+77 56·7	7·0	*G*
46	7 49 58	+79 43·0	9·5	*R*	52	14 9 17	+78 0·9	5·0	*G*
47	8 37 31	+78 31·9	6·5	*OG*	53	14 25 3	+84 17·3	*var*	*R*?
48	11 55 7	+81 24·7	6·2	*O*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	50°	60°	70°	75°	80°	83°	86°	α	Δδ
$3^h 0^m$	$+42^s$	$+47^s$	$+57^s$	$+66^s$	$+ 85^s$			$3^h 0^m$	+2′·3
3 30	43	49	60	71	91			3 30	+2·0
4 0	45	51	63	74	97			4 0	+1·6
4 30	46	52	65	77	101			4 30	+1·3
5 0	46	53	67	79	104			5 0	+0·8
5 30	47	54	67	81	106			5 30	+0·4
6 0	47	54	67	81	107	$+140^s$	$+222^s$	6 0	0·0
6 30	47	54	67	81	106	139	220	6 30	−0·4
7 0	46	53	67	79	104	136	215	7 0	−0·8
7 30	46	52	65	77	101	131	207	7 30	−1·3
8 0	45	51	63	74	97	125	196	8 0	−1·6
8 30			60	71	91	117	183	8 30	−2·0
9 0			55	66	85	108	166	9 0	−2·3
9 30				61	77	97	147	9 30	−2·6
10 0				56	69	85	126	10 0	−2·9
10 30				50	60	73	104	10 30	−3·1
11 0				44	51	59	80	11 0	−3·2
11 30				37	41	45	56	11 30	−3·3
12 0				31	31	31	31	12 0	−3·4
12 30				25	21	17	6	12 30	−3·3
13 0				18	11	3	− 18	13 0	−3·2
13 30				12	2	−11	− 42	13 30	−3·1
14 0				6	−7	−23	− 64	14 0	−2·9
14 30						−35	− 85	14 30	−2·6
15 0						−46	−104	15 0	−2·3
15 30						−55	−121	15 30	−2·0

Cancer (der Krebs), Sternbild im Thierkreis des PTOLEMÄUS am nördlichen Himmel. Seine Begrenzung ist einfach und kann etwa in folgender Weise gezogen werden:

Die nördliche Grenze beginnt bei $8^h 8^m$ AR und verläuft auf dem Parallelkreise von + 34° Deklination bis $9^h 12^m$ AR. Die Westgrenze ist das Stück des Stundenkreises von $9^h 12^m$ zwischen + 8° und + 34° Deklination, die Südgrenze der Parallel von + 8° Deklination zwischen $7^h 45^m$ und $9^h 12^m$ AR, die Ostgrenze zunächst der Stundenkreis von $7^h 45^m$ AR zwischen + 8° und + 27° Deklination, hierauf der Parallel von + 27° Deklination zwischen $7^h 45^m$ und

$8^h\ 8^m$ AR und endlich wiederum der Stundenkreis von $8^h\ 8^m$ AR zwischen + 27° und + 34° Deklination.

Heis verzeichnet 92 dem blossen Auge sichtbare Sterne, nämlich: 5 der 4ten und 4·5ten, 5 der 5ten und 5·6ten, 79 der 6ten und 6·7ten Grösse, je 1 Veränderlichen, Sternhaufen und Nebel.

Cancer grenzt im Norden an Lynx, im Westen an Leo (major), im Süden an Hydra, im Osten an Canis minor und Gemini.

Das Sternbild ist besonders bekannt durch den schönen Sternhaufen (auch die Krippe im Krebs genannt), welcher, dem blossen Auge sichtbar, nahe in der Mitte zwischen den beiden hellsten Sternen, γ und δ Cancri, steht.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3391	*h* 67	12	$7^h\ 46^m{\cdot}2$	+12° 3′	3522	*h* 80	10	$8^h\ 1^m{\cdot}7$	+12° 36′
3397	Σ 1153	8·9	7 47·0	+12 17	3539	*h* 440	10	8 4·0	+23 46
3395	*h* 5471	—	7 47·2	+25 43	3542	Σ′ 959	8·5	8 4·3	+19 20
3396	*h* 5472	—	7 47·2 ::	+25 44	3545	Σ 1191	8·5	8 5·0	+19 20
3399	*h* 432	9	7 47·5	+21 8	3551	*h* 82	11	8 5·8	+11 6
3408	*O*Σ 183	7	7 48·3	+16 17	3553	*h* 777	10	8 6·0	+10 59
3412	*h* 3304	10	7 48·8	+16 2	3569	Σ 1201	7·6	8 7·4	+ 9 53
3416	*h* 69	9	7 49·3	+11 34	3564	*h* 441	9	8 7·6	+26 1
3417	*h* 70	13	7 49·5	+11 34	—	β 204	—	8 8·1	+10 42
3419	Σ 1156	7·8	7 50·0	+24 56	3572	Σ 1202	7·7	8 8·1	+11 9
3423	*Mädl.*	—	7 50·4	+15 18	—	β 1243	7·2	8 8·4	+17 59
3424	Σ 1158	8·5	7 50·6	+22 8	3576	*Hh* 291	—	8 8·5	+17 59
3430	*h* 433	—	7 51·3	+23 55	3575	Σ 1203	8·1	8 8·6	+27 28
3436	*h* 1159	16	7 51·4	+ 9 49	3593	*h* 442	9	8 10·2	+26 35
3438	Σ 1162	8	7 51·8	+13 29	3597	*h* 2436	9·10	8 10·3	+14 13
3440	*h* 434	9	7 52·1	+21 20	—	β 1065	3·5	8 11·1	+ 9 30
3439	Σ 1163	—	7 52·2	+24 54	3601	*h* 781	9	8 11·3	+26 41
3444	Σ 1167	8·9	7 52·9	+16 44	3606	Σ 1212	8·5	8 11·8	+31 9
3448	*h* 770	10·11	7 53·1	+ 9 34	3618	*h* 444	8·9	8 12·7	+19 55
3456	Σ 1170	8·5	7 54·2	+13 58	3635	*h* 89	10	8 14·8	+12 51
3458	σ 284	—	7 54·9	+25 40	3636	Σ 1214	8·5	8 15·1	+17 16
3464	Σ 1171	7·0	7 55·0	+23 52	3637	*h* 445	9·10	8 15·6	+25 42
3466	*h* 74	11	7 55·0	+11 54	3657	Σ 1218	9·0	8 17·5	+23 30
3470	*h* 2423	8·9	7 55·5	+19 53	3661	Σ 1219	9·0	8 17·6	+ 7 57
3472	*Hh* 286	—	7 55·7	+25 22	3660	*h* 91	13	8 17·7	+12 24
3474	Σ 1173	8·0	7 55·7	+17 14	3670	*O*Σ 191	7	8 19·0	+20 28
3475	*h* 435	10	7 55·9	+25 49	3671	Σ 1221	8·9	8 19·1	+13 59
3477	*h* 3307	9·10	7 56·2	+17 20	3672	Σ 1220	8·0	8 19·3	+24 41
3481	*h* 437	11	7 56·8	+20 34	3675	*S* 567	—	8 19·3	+20 29
3483	*h* 76	11	7 56·8	+10 56	3673	*h* 446	9·11	8 19·5	+31 24
—	β 581	8	7 58·8	+12 35	—	β 1066	6·8	8 19·6	+ 9 45
3501	Σ 1179	8·9	7 59·2	+12 22	3677	*Hh* 293	—	8 20·4	+28 14
—	β 582	8·5	7 59·2	+12 22	3684	*h* 785	6	8 20·6	+ 7 54
3506	Σ 1181	8·0	8 0·0	+ 8 30	3680	Σ 1223	6·5	8 20·7	+27 16

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3681	Σ 1224	6·3	8h 20m·7	+24°52′	3848	*h* 105	11	8h 39m·8	+13°37′
3695	Σ 1227	8·2	8 21·5	+23 29	3849	*h* 3312	12	8 40·1	+16 35
3693	Σ 1228	8·0	8 21·6	+27 54	3855	Σ 1269	9·2	8 40·5	+19 37
3696	*O*Σ 193	7	8 21·9	+33 53	3854	Σ 1268	4·5	8 40·6	+29 8
3700	*h* 448	8	8 21·9	+21 48	3859	*h* 4131	10	8 40·7	+16 10
3697	*h* 447	8	8 22·0	+33 52	3861	*h* 458	9	8 41·1	+27 7
3705	*h* 2448	9·10	8 22·7	+13 57	3869	Σ 1276	8	8 41·7	+11 32
3704	Σ 1230	8·5	8 22·8	+17 11	3875	*h* 4135	7	8 42·5	+17 46
3707	*h* 93	10	8 22·9	+12 33	3880	*Hh* 305	—	8 43·7	+25 59
3711	*h* 2450	9·10	8 23·5	+14 3	3883	Σ′ 1051	8·5	8 44·0	+21 19
3709	Σ 1231	8·7	8 23·6	+31 43	3887	*h* 2467	10	8 44·0	+11 39
3716	*h* 450	10	8 23·9	+18 18	—	β 1068	7·7	8 44·1	+ 9 15
3723	*h* 2451	10	8 24·7	+22 59	3888	Σ 1283	7·8	8 44·4	+15 13
3728	Σ′ 1006	9·0	8 24·7	+ 8 45	3893	*h* 2469	10	8 44·7	+12 41
3729	Σ 1237	8·9	8 24·7	+ 8 44	3892	*h* 459	10	8 44·9	+31 14
3727	Σ 1236	8·0	8 25·2	+32 16	3896	*h* 2470	14	8 44·9	+11 45
3731	Σ 1238	9·0	8 25·6	+33 30	3899	Σ 1285	8·9	8 45·7	+21 15
3735	Σ 1239	9·0	8 26·0	+37 50	3904	*O*Σ² 96	7	8 46·0	+26 7
3740	*h* 2452	5·6	8 26·0	+18 27	3907	Σ 1287	8·5	8 46·0	+12 31
3743	Σ 1240	7·6	8 26·9	+33 46	3906	*Hh* 308	—	8 46·4	+32 31
3745	*h* 452	—	8 27·2	+29 48	3908	*h* 460	7·8	8 46·4	+28 39
3748	Σ 3066	8	8 27·2	+ 8 50	3910	Σ 1288	9·5	8 46·7	+28 50
3758	*h* 97	10	8 28·3	+13 14	3920	Σ 1291	7·5	8 48·1	+30 58
3762	*h* 791	12	8 29·9	+32 54	3925	*O*Σ 195	7	8 48·6	+ 8 48
3769	Σ 1246	8·7	8 30·5	+10 15	3927	*h* 109	11	8 48·8	+13 2
3768	*h* 2456	11	8 30·6	+19 1	3936	*h* 461	9	8 50·7	+20 58
3771	*O*Σ²94	7·8	8 30·6	+14 8	3937	Σ 1294	8·5	8 51·1	+33 19
3776	*h* 3310	10	8 31·2	+15 26	3945	σ 316	—	8 52·0	+15 56
3780	Σ 1249	8·0	8 31·9	+20 5	3952	*h* 110	4·5	8 53·0	+12 15
3781	*h* 454	8	8 31·9	+19 52	3950	*Hh* 313	—	8 53·4	+32 48
3789	*h* 2459	11	8 33·2	+23 26	3957	*h* 5475	11	8 54·6	+10 40
3791	*S* 570	—	8 33·4	+20 2	3956	Σ 1297	8·0	8 54·8	+23 7
3797	*S* 571	—	8 34·1	+19 54	3958	Σ 1299	8·9	8 54·8	+13 36
—	β 584	8·0	8 34·1	+19 54	3959	Σ 1298	5·5	8 55·3	+32 39
3800	*S* 572	—	8 34·3	+20 1	3963	*h* 112	12	8 55·3	+14 16
3802	*S* 574	—	8 34·3	+19 53	3969	*h* 113	13	8 55·7	+13 16
3803	*S.C.C.*331	—	8 34·5	+20 18	3970	Σ 1300	8·5	8 55·8	+15 40
3804	Σ 1254	7·2	8 34·6	+20 2	3967	*Hh* 314	—	8 55·9	+25 15
3806	*O*Σ² 95	7	8 34·7	+19 54	3971	Σ 1301	9·1	8 56·0	+26 36
3809	*h* 3311	11	8 35·0	+16 1	3982	*h* 803	10	8 57·9	+25 [illegible]
—	β 585	7·5	8 35·4	+20 50	3986	*h* 115	9	8 58·7	+14 42
3817	Σ 1262	7·5	8 36·1	+24 10	4000	*h* 118	11	9 1·5	+15 58
3819	*h* 101	11	8 36·1	+11 16	4006	Σ 1311	7·5	9 1·7	+23 23
3820	*h* 2462	9	8 36·2	+12 32	4011	*O*Σ² 97	7	9 2·5	+27 57
3826	*h* 794	—	8 37·1	+29 38	4014	*Hh* 318	—	9 3·1	+31 19
3834	*h* 455	9	8 38·3	+30 51	4026	Σ 1317	8·2	9 3·7	+15 39
3836	Σ 1266	8·0	8 38·4	+28 49	4036	*h* 805	9·10	9 5·5	+25 28
3839	Σ 1265	8·2	8 38·4	+13 59	4038	Σ 1319	9·5	9 5·8	+ 9 [illegible]
3841	*h* 457	5	8 39·0	+18 31	4047	σ 329	—	9 6·9	+15 27
3847	*h* 104	10	8 39·7	+13 55	4048	Σ 1332	7·8	9 7·1	+16 57

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4049	*h* 121	10	9ʰ 7ᵐ·3	+10° 17′
4050	Σ 1323	8	9 7·8	+26 51
4054	Σ 1324	8·7	9 8·2	+26 35
4056	*h* 122	10	9 8·3	+11 34
4061	*h* 2487	9·10	9 8·8 ::	+13 18
4068	*a* 331	—	9 9·3	+15 24
4065	Σ′ 1095	8·0	9 9·4	+23 48
4066	Σ 1327	8·3	9 9·6	+28 20
4069	*h* 2490	10	9 9·6	+13 18
4073	OΣ 198	7	9ʰ 10ᵐ·4	+23° 49′
4082	*h* 808	8	9 11·4	+ 8 40
4081	Σ 1332	7·7	9 11·6	+24 5
4083	Σ 3121	—	9 11·9	+29 2
4088	*h* 125	12	9 12·1	+13 4
4091	*h* 128	6	9 12·5	+11 56
4104	*h* 130	9	9 14·5	+10 29
4111	*h* 810	9	9 15·3	+27 54

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2474	7ʰ 44ᵐ·9	+16° 37′	*vF, eS, R, bM*
477′	7 46·1	+23 44	*F, pL, R, dif*
2459	7 46·6	+ 9 49	*vF, S, rr* Gruppe + *neb*
2480	7 50·4 ::	+24 3	*vF, Enpsf*
2481	7 51·2	+24 2	*F, S, lE, bM, er*
2486	7 51·8	+25 28	*vF, S, psbM*
2487	7 52·2	+25 27	*vF, S, gbM*
481′	7 53·0	+24 26	*vF, vS, dif*
2491	7 53·2	+ 8 16	*eeF, pS, irrR, v diffic. B* ✱ *p*
2496	7 53·2	+ 8 17	*vF, pS, R, lbM,* ✱ nahe *f*
2498	7 53·6	+25 15	*vF, vS, R, bMN*
482′	7 53·8	+25 37	*vF, S, dif, diffic.*
2503	7 54·7	+22 40	*eF, S, vglbM*
2507	7 55·9	+15 59	*pB, pL, iR, vgbM, er,* ✱ 232°, 80″
2508	7 56·5	+ 8 50	*F, vS, vlE, 2 st p*
2510	7 56·7	+ 9 46	—
2511	7 56·9	+ 9 41	*eF*
2513	7 57·0	+ 9 41	*F, S, R, psmbM, r*
2512	7 57·2	+23 40	*vF, S, iR*
2514	7 57·2	+16 5	*eF, pS, irrR, dif*
2515	7 57·5	+20 28	*vF,* kometenartig
2522	8 0·5	+17 59	*vF, vS, E, psbM*
493′	8 1·4	+25 23	*pB, Ens*
2526	8 1·6	+ 8 17	*vF, S, mE*
2529	8 2·1	+18 6	*eF* (vermuthet)
2530	8 2·2	+18 7	*eF, lE, vS* ✱ *n*
2531	8 2·2	+18 6	*vF*
495′	8 2·9	+ 9 19	*vF, vS, R, gvlbM*
497′	8 4·1	+25 12	*F, S, R, lbM*
2535	8 5·2	+25 30	*eF, vS, R*
2536	8 5·3	+25 29	*vF, vS, R*
2540	8 6·7	+26 40	*vF, pL, iR, bM, r*
2545	8ʰ 8ᵐ·4	+21° 40′	*F, S, lE* 45°, ✱ 8 *np* 4′
2553	8 11·7	+21 15	*vF, S, glbM*
501′	8 12·8	+24 52	*F, R, lbM*
2554	8 13·0	+23 47	*F, S, R, mbM, r*
2556	8 13·1	+21 17	*vF, vS*
2557	8 13·3	+21 46	*eF, eS, R, lbM*
2558	8 13·5	+20 49	*vF, S, R, sbM, stellar*
2560	8 14·0	+21 18	*F, pL*
2562	8 14·5	+21 27	*vF, cS, R*
2563	8 14·7	+21 23	*cF, S, R, bM*
2565	8 14·8	+22 22	*F, biN*
2569	8 15·5	+21 11	*vF, cE, 3 vS st f*
2570	8 15·5	+21 14	*eeF, L, R*
2572	8 15·7	+19 28	*eF, vS, iF,* ✱ 13 *att*
502′	8 16·7	+ 9 4	*F, vS, dif*
2575	8 16·8	+24 37	*eF, pL, iR, sev F st inv*
2576	8 16·9	+26 3	*eF, eS, stellar*
2577	8 17·0	+22 52	*F, S, iF, r*
2581	8 18·8	+18 55	*vF, vS, R, vF* ✱ *inv, F* ✱ *att*
2582	8 19·4	+20 39	*vF, pS, R, glbM,* ✱ *p* 75″
2592	8 21·1	+26 18	*pF, S, R, vsbM* ✱
2593	8 21·1	+17 42	*eF, vS*
2594	8 21·3	+26 12	*eF*
2595	8 21·9	+21 48	*vF, pL, iF, r, D* ✱ *sp* 2′
2596	8 21·9	+17 37	*vF, S, lE*
508′	8 22·4	+25 27	*F, L, R*
2597	8 24·1	+21 50	*eF, vS*
2598	8 24·2	+21 50	*F, S*
509′	8 26·1	+24 21	*vF, pL, dif, lbM*
2599	8 26·3	+22 54	*vF, S, stellar*
2604	8 27·3	+29 53	*vF, pL, R, lbM, r, D* ✱ *nr*
2607	8 27·9	+27 19	*eF*
2608	8 29·2	+28 48	*F, vlE, mbM, r*
2611	8 29·5	+25 22	*vF, S, pmE, gbM*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α (1900·0)	δ (1900·0)	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α (1900·0)	δ (1900·0)	Beschreibung des Objects
2619	8^h 31^m·4	+29° 3'	F, pS, R, bM, r	2741	8^h 58^m·6	+18° 40'	vF
2620	8 31·5	+25 17	F, S, E	2743	8 58·9	+25 24	eF, S, R, vlbM
2621	8 31·7	+25 20	vF, S, R	2744	8 59·0	+18 51	vF, S, R, r, D* w
2622	8 32·3	+25 15	F, S, R	2745	8 59·0	+18 39	eF, vS, stellar
2623	8 32·4	+26 6	vF, vS, R, bM, r	2747	8 59·6	+18 51	vF, vS, stellar
2624	8 32·4	+20 4	eF	2749	8 59·7	+18 43	pF, S, R, bMN = *15
2625	8 32·6	+20 4	eF, vS	2750	8 59·9	+25 50	vF, cL, R, bMN
2628	8 34·2	+23 55	eF, S	2751	8 59·9	+18 40	eF, eS, stellar
2632	8 34·5	+20 20	Praesepe!!	2752	9 0·1	+18 44	pF, pL, vmE, gbM
2637	8 35·6	+19 55	eeF, vS	2753	9 0·3	+25 44	vF, vS, * 14 nf 40''
2643	8 36·4	+19 53	eF neb *	2761	9 1·9	+18 49	vF, S
2647	8 37·0	+20 0	Neb *	2764	9 2·5	+21 51	eF, vS, R, er, bet 2 pB [illegible]
2648	8 37·1	+14 39	F, S, vlE 135°, psbM	2766	9 2·8	+30 16	vF, vS, iF, bM
2651	8 38·4	+12 7	eF, S, E	2770	9 3·4	+33 32	F, L, mE 150°, r, 2 st n
2657	8 39·8	+10 0	vF, vS, iR, F* att f	528'	9 3·8	+16 21	pB, vS, R, N = 13m
2661	8 40·5	+12 59	eF, cL, R, lbM	2774	9 5·0	+19 6	vF, S, R, am 3 st [illegible]
2664	8 41·7	+12 18	Cl st 9 . . . 10	2783	9 7·7	+30 27	vF, vS, R, 2 pB st [illegible]
2667	8 42·6	+19 24	eF	2786	9 8·5	+12 33	vF, vS, mbM
2672	8 43·7	+19 27	pB, pL, iR, mbM	2789	9 9·0	+30 9	pF, S, R, gbM
2673	8 43·7	+19 27	vF, vS	2790	9 9·3	+20 6	vF, S, R, lbM
2677	8 44·3	+19 23	eF, vS, rr (vS Cl)	2791	9 9·4	+18 0	F, R
2678	8 44·7	+11 43	Cl, vlC, P	530'	9 9·8	+12 17	pB, S, E pf
2679	8 45·5	+31 15	pF, pS, R, bM } D neb	2794	9 10·4	+18 1	eF, vS
2680	8 45·5	+31 15	vF, vS, R, bM } D neb	2795	9 10·5	+18 3	eF, vS
2682	8 45·8	+12 11	!Cl, vB, vL, eRi, lC,	2796	9 10·7	+31 18	eF, S, R, lbM
			st 10 15	2797	9 10·7	+18 9	eF, sev st nr
2683	8 46·5	+33 48	vB, vL, vmE 39°, gmbM	2801	9 11·0	+20 20	eF, pL
2711	8 51·8	+17 40	vF, S, R	2802	9 11·0	+19 23	vF, S, R, r
2720	8 53·7	+11 33	F, S, R, bM	2803	9 11·1	+19 23	vF, S, R, r
2725	8 55·6	+11 29	F, pL	2804	9 11·2	+20 37	vF, S, R
2728	8 56·2	+11 29	vF, pL, lE	2806	9 11·3	+20 29	vF, stellar
2730	8 56·7	+17 16	vF, L, R	2807	9 11·3	+20 27	vF, vS
2731	8 56·7	+ 8 43	F, vS, R	2809	9 11·4	+20 29	vF, S, R
526'	8 57·2	+11 14	F, S, R	2812	9 12·0	+20 21	eF
2734	8 57·4	+17 18	eF, vS, R	2813	9 12·1	+20 21	F
2735	8 57·7	+26 20	S* inv in vF, vS neb, Epf	2819	9 12·6	+16 37	pB, vS, R
2737	8 58·2	+22 18	vF, vS } D neb	2824	9 13·2	+26 42	Cl, S, st F, [illegible]
2738	8 58·2	+22 22	pB, S, iF } D neb	2843	9 14·9	+19 21	S* und neb

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α (1900·0)	δ (1900·0)	Grösse Maxim.	Grösse Minim.	Periode, Bemerkungen
R Cancri . .	8^h 11^m 3^s	+12° 2'·0	6·0— 8·3	< 11·7	1852 April 21 + 352^d·8 E + [illegible]
V „ . .	8 16 1	+17 36·1	6·8— 7·7	< 12	1871 Mai 20 + 272^d·1 E
U „ . .	8 30 3	+19 14·4	8·4—10·6	< 14	1853 April 18 + [illegible] E
S „ . .	8 38 14	+19 23·6	8·2	9·8	Min. 1867 Aug. 3^d 14^h 2^m 59^s + 9^d 11^h 37^m 45^s E Algol Typus
T „ . .	8 50 57	+20 13·9	8·0— 8·5	9·3—10·5	Min. 1858 Jan. 26 + 482^d E
W „ . .	9 4 0	+25 39	9·6	< 13	1890 Nov. 22 + 381^d E

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	7^h 48^m 28^s	+22°49′·3	8·9	R^2	15	8^h 43^m 11^s	+12°55′·0	7·2	G
2	7 50 30	+22 6·6	9·3	R	16	8 43 12	+10 47·5	7·1	G
3	8 0 23	+22 55·3	6·0	OR′	17	8 43 16	+12 57·2	8·2	G
4	8 4 19	+17 18·9	7·5	G	18	8 46 29	+28 38·6	6·5	OR″
5	8 7 10	+11 29·5	7·6	RG	19	8 47 40	+19 41·7	8·2	R^2
6	8 8 46	+25 2·1	8·4	R	20	8 49 45	+17 36·7	6·5	R
7	8 11 3	+12 2·0	var	GR, R Cancri	21	8 50 28	+12 1·3	5·8	G
8	8 16 1	+17 36·1	var	G, V Cancri	22	8 50 57	+20 13·9	var	RR, T Cancri
9	8 18 28	+10 57·9	6·5	G	23	8 52 17	+ 9 39·8	8·3	G
10	8 18 28	+17 32·2	9·0	G	24	8 52 50	+11 13·2	8·5	RR
11	8 21 12	+12 59·2	5·8	G	25	8 53 32	+18 31·7	7·0	G
12	8 25 53	+18 25·8	6·0	RG	26	9 4 36	+31 22·3	6·5	GG
13	8 27 7	+15 36·2	7·5	G	27	9 9 43	+15 21·7	5·8	WG
14	8 30 3	+19 14·4	var	R^2, U Cancri					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	0°	10°	20°	30°	40°	α	Δδ
7^h 30^m	$+31^s$	$+33^s$	$+35^s$	$+38^s$	$+41^s$	7^h 30^m	−1′·3
8 0	31	33	35	37	40	8 0	−1·6
8 30	31	33	35	37	40	8 30	−2·0
9 0	31	33	34	36	39	9 0	−2·3
9 30	31	32	34	36	38	9 30	−2·6

Canes venatici. (Die Jagdhunde). Von Hevel eingeführtes Sternbild am nördlichen Himmel, bekannt durch seinen Reichthum an Nebelflecken, worunter besonders ein berühmter Spiralnebel hervorzuheben ist.

Die Grenzen sind für das Folgende so gezogen worden:

Das Bild setzt sich zusammen aus 2 Trapezen mit den Eckpunkten:

(1 Trapez:) 12^h 0^m AR + 31° Dekl., 14^h 0^m AR + 31° Dekl.
12^h 0^m AR + 50° Dekl., 14^h 0^m AR + 50° Dekl.

(2 Trapez:) 12^h 0^m AR + 50° Dekl., 13^h 12^m AR + 50° Dekl.
12^h 0^m AR + 54° Dekl., 13^h 12^m AR + 54° Dekl.

In Abzug kommt davon ein Dreieck mit den Ecken:

13^h 40^m AR + 31° Dekl.
14^h 0^m AR + 31° Dekl.
14^h 0^m AR + 40° Dekl.

Heis verzeichnet in Canes venatici im Ganzen 88 Objekte, welche mit blossem Auge gesehen werden können, nämlich: 1 Stern 3 ter Grösse, 1 Stern 4·5 ter Grösse, 18 Sterne 5 ter bis 6 ter Grösse, 65 Sterne 6 ter bis 7 ter Grösse, 2 Sternhaufen und 1 Nebelfleck.

Canes venatici grenzt im Osten und Norden an Ursa major, im Westen an Bootes und im Süden an Coma Berenices.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0		δ 1900·0	
5161	OΣ 244	7	12h	0m·4	+53°	26'
5163	Σ 1600	7·7	12	0·5	+52	30
5168	Σ 1601	9·0	12	1·0	+39	24
5179	h 1207	8	12	2·2	+43	39
5196	Σ 1606	6·5	12	5·7	+40	27
5198	h 2600	11	12	6·2	+33	50
5200	h 844	9	12	6·4	+33	1
5205	Σ 1607	8·4	12	6·5	+36	39
5207	Σ 1608	8·1	12	6·5	+53	59
5208	Σ 1609	8·1	12	6·7	+51	24
5209	Σ 1610	8	12	6·7	+39	21
5213	h 2602	9·10	12	7·4	+46	52
5215	Σ 1613	9·0	12	7·5	+36	20
5222	Σ 1615	6·5	12	9·1	+33	21
5239	Σ 1622	6·1	12	11·1	+41	13
5242	h 1215	9·10	12	11·6	+42	24
5243	Σ 1624	7·0	12	11·7	+40	9
5246	h 2606	9·10	12	12·4	+41	50
5266	Σ 1632	7·0	12	15·3	+38	28
5273	h 2610	9·10	12	16·3	+51	32
5292	Σ 1638	8·9	12	19·3	+43	37
5295	Σ' 1418	7·7	12	19·5	+43	39
5296	Σ 1641	10·0	12	19·6	+38	17
5300	Σ 1642	8·1	12	20·9	+45	18
5309	Σ 1646	8·5	12	23·2	+37	15
5310	Σ 1645	7·5	12	23·3	+45	21
5313	OΣ 251	7·8	12	24·2	+31	56
5320	h 519	10	12	25·5	+36	41
5327	h 2614	10	12	27·0	+41	7
5333	Σ 1653	9·0	12	28·4	+32	36
5335	Σ 1655	8	12	28·7	+32	37
5337	Σ 1656	8·5	12	28·7	+39	11
5359	h 1219	10	12	33·1	+45	18
5372	h 2617	7	12	35·8	+40	49
5386	Σ 1672	8·5	12	37·8	+34	12
5395	Σ 1675	8·9	12	39·6	+34	58
5396	Σ 1676	9·5	12	39·7	+36	50
5398	Σ' 1460	9·5	12	40·0	+36	48
5407	Σ 1679	9·4	12	41·4	+50	22
5408	h 2620	12	12	42·1	+41	59
5422	h 523	10	12	47·1	+35	29
5426	h 524	10	12	47·7	+32	28
5428	h 1222	9·10	12	47·8	+47	19
5433	Σ 1688	8·6	12	48·8	+38	31
5435	h 2622	9·10	12	49·7	+43	21
5437	h 2623	10	12	49·9	+43	27
5447	Σ 1692	3·0	12	51·4	+38	51
—	β 925	6·5	12	52·1	+44	6

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0		δ 1900·0	
5452	OΣ 257	7·8	12h	52m·2	+46°	9'
5453	Σ 1697	8	12	52·5	+42	55
5454	Σ 1696	9·4	12	52·6	+30	55
5460	h 2627	9·10	12	53·1	+48	0
5463	Σ 1702	8·0	12	53·9	+38	50
5469	h 1223	9	12	54·7	+43	17
—	β 1081	4·5	12	55·5	+31	20
5488	h 2632	9	12	58·5	+47	15
5492	h 2634	9·10	12	58·8	+48	16
5494	h 1226	10	12	59·2	+41	35
5505	Σ 1718	9·0	13	1·1	+51	32
—	β 930	6·0	13	1·5	+45	48
5508	h 2639	8·9	13	1·6	+41	28
5517	Σ 1723	8·0	13	3·6	+39	17
5518	h 2642	10	13	3·6	+49	39
5524	Σ 1727	8·7	13	5·1	+41	55
—	β 608	5·5	13	5·2	+39	4
5531	Σ 1729	8·5	13	6·5	+31	22
5535	OΣ 261	7	13	7·3	+32	37
5536	Σ 1730	8·5	13	7·5	+37	27
5552	h 528	9	13	10·4	+40	16
5558	h 1230	11	13	11·9	+42	34
5559	OΣ 263	7·8	13	12·4	+51	6
5566	h 529	9·10	13	14·9	+35	41
5583	OΣ 264	6	13	17·7	+44	26
5582	Σ 1739	8·9	13	17·9	+31	1
5585	h 530	8·9	13	18·1	+36	27
5600	h 1231	9	13	20·9	+40	58
5614	Σ 1747	8·5	13	23·5	+48	17
5618	Σ 1749	8·9	13	24·3	+31	35
5629	Σ 1753	8·9	13	26·5	+37	25
5634	Σ 1755	7·5	13	27·9	+37	20
5635	OΣ 269	6·7	13	28·3	+35	25
5642	Σ 1758	8·3	13	28·7	+49	39
5643	h 2659	8·9	13	29·0	+40	26
5648	h 2661	8·9	13	30·0	+33	39
5649	h 1234	7	13	30·0	+39	17
—	β 933	8·4	13	30·1	+33	39
5651	h 2662	9·10	13	30·6	+33	44
5673	Σ 1768	6·7	13	33·0	+36	48
5679	Σ 1769	8·0	13	33·7	+39	41
5680	h 2667	11	13	33·7	+48	45
5696	h 2670	10	13	36·0	+33	23
5706	Σ 1776	8·5	13	37·7	+46	44
5709	Σ 1778	9·0	13	38·6	+32	52
5713	h 2675	13	13	38·9	+47	40
5733	Σ 1783	7·5	13	41·8	+41	33
5739	h 2680	9·10	13	42·1	+45	55

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5740	h 2681	12	13h 42m·3	+33° 37′	5759	Σ 1786	8·1	13h 45m·2	+34° 29′
5745	OΣ² 125	5	13 42·7	+39 2	5791	h 1244	7·8	13 49·2	+42 40
5758	h 852	10	13 45·2	+34 29	5825	h 2697	9	13 57·0	+46 53

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0		δ 1900·0		Beschreibung des Objects
4085	12h	0m·3	+50°	54′	*B, pL, pmE 78°, vsbM*
4088	12	0·5	+51	6	*B, cL, E 55°, lbM*
4096	12	0·9	+48	2	*pB, vL, mE 32°*
4097	12	0·9	+37	26	*eF, vS, R, stellar, * 10 sp 2′*
4100	12	1·0	+50	8	*pB, vS, vmE 161°, vgvlbM*
4102	12	1·3	+53	16	*B, pS, R, bMBM, * 12 sp, vnr*
4109	12	1·9	+43	32	*vF*
4111	12	2·0	+43	37	*vB, pS, mE 151°*
4113	12	2·1	+34	33	*eF*
4117	12	2·7	+43	41	*vF, vS*
4118	12	2·7	+43	40	*eF, vS*
4122	12	3·0	+33	34	*eF, vS, R, mbM*
4135	12	4·1	+44	34	*vF, pS, R, 2 F st inv*
4137	12	4·3	+44	39	*vF, pS, R,* wenig schwächer als 4135
4138	12	4·4	+44	14	*B, pL, lE, vgbM, * np*
4142	12	4·5	+53	41	*vF, S, iF, vglbM, er*
4143	12	4·6	+43	5	*cB, R, vg, vsbMN*
4144	12	4·9	+47	0	*pF, cL, vmE 109°, vgbM*
4145	12	4·9	+40	27	*B, vL, vglbM*
4148	12	5·1	+36	26	*F, S, * 12 sf*
4150	12	5·5	+30	58	*B, S, R, pgmbM*
4151	12	5·5	+39	58	*vB, S, R, vsmbMBN*
4156	12	5·8	+40	2	*pF, S, E, vgbM*
4157	12	6·0	+51	3	*pF, cL, vmE 60° ±* (doppelt?)
4160	12	6·6	+44	18	*Neb * 13 m*
4163	12	7·0	+36	45	*vF, pL, vlE, er*
4167	12	7·1	+37	4	*F, pL, R, vgbM, ⁑ sp 10′*
4181	12	8·1	+53	27	*eF, S, stellar*
4183	12	8·2	+44	14	*vF, cL, mE 170° ±*
4187	12	8·5	+51	17	*pB, S, lE*
4190	12	8·7	+37	11	*cF, pS, R, vglbM, r*
4203	12	10·0	+33	45	*vB, S, R, psmbM*
4214	12	10·6	+36	53	*cB, cL, iF, bi N*
4217	12	10·8	+47	38	*pF, L, mE 45°, ⁑ n*
4218	12	10·9	+48	42	*vF, vS*
4220	12	11·2	+48	26	*cB, pL, pmE 134°, psbM*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0		δ 1900·0		Beschreibung des Objects
4226	12h	11m·5	+47°	34	*F, S, lE*
4227	12	11·5	+34	5	*F, vS, vlE, psbM*
4228	12	11·6	+36	53	*vF, L, R, gbM* (= 4214?)
4229	12	11·6	+34	7	*cF, vS, lE, psbM*
4231	12	12·0	+48	2	*vF, vS,* } *D Neb*
4232	12	12·0	+48	1	*vF, vS* } *D Neb*
4242	12	12·4	+46	11	*vF, cL, iR, vgbM, r*
4244	12	12·5	+38	22	*pB, vL, eE 43°, vgbM*
4248	12	12·8	+47	59	*vF, S, pmE, psbM*
4258	12	14·0	+47	52	*vB, vL, vmE 0°, sbMBN*
4272	12	14·8	+30	54	*cF, S, iR, gmbM*
4288	12	15·7	+46	50	*vF, pS, R, vgbM, r*
4317	12	17·6	+31	36	*F, S*
4346	12	18·6	+47	33	*vF, S, mE 100° ±, vsmbMBN*
4357	12	19·1	+49	20	*F, pS, gbM* (= 4381?)
4359	12	19·2	+32	4	*cF, pmE 90°, vlbM*
4369	12	19·6	+39	56	*cB, S, R, mbMN, r*
4381	12	20·3	+49	23	*F, S*
4389	12	20·7	+46	14	*pB, pL, iE, vglbM*
4392	12	20·8	+46	21	*cF, S, R, vgbM*
4395	12	20·9	+34	6	*eF, vL*
4399, 4400	12	21·±	+34	7	*vF,* bilden mit 4395, 4401 ein Trapez
4401	12	21·0	+34	4	*vF, vL, pslbM*
4414	12	21·5	+31	46	*vB, L, E, g, vsmbM *
4449	12	23·3	+44	39	*vB, cL, mE, D* oder *bif rrr * 9 f 5′*
4460	12	23·9	+45	26	*B, pL, E 123°, psbM*
4485	12	25·7	+42	15	*B, pS, iR*
4490	12	25·8	+42	12	*vB, vL, mE 130°, r*
4509	12	27·2	+32	39	*vF, S, R, lbM*
4525	12	28·9	+30	49	*F, pL, iR, bM*
4530	12	29·0	+41	54	*Neb. * 4 magn??* (β *Can. ven.*)
801	12	29·0	+52	50	*eeF, S, R, ** nahe *n*
4534	12	29·2	+36	5	*cF, L, lE, vglbM, r*
4537	12	29·3	+51	22	*eeF, S, R,* nahe zwischen 2 *st*

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4542	12h 30m·0	+51° 22′	eF, pL, R
4583	12 33·2	+34 0	eF, S, lE, bM
4617	12 36·7	+50 58	pF, S, iR, er
4618	12 36·8	+41 42	B, L, E, mbM, ein gekrümmter Zweig n
4619	12 36·9	+35 37	F, pS, R, lbM, * 8·9 f
4625	12 37·1	+41 50	pF, S, R
4627	12 37·1	+33 8	F, S, R
4631	12 37·3	+33 6	!, vB, vL, eE 70° ±, bMN* 12 att n
4655	12 38·8	+41 34	vF, vS, stellar, * 15 f
4656	12 39·1	+32 43	!, pB, L, vmE 34°
4657	12 39·3	+32 46	!, pF, L, E 90° ±
4662	12 39·7	+37 41	pF, pL, R, gbM, r
4676	12 41·3	+31 17	vF, pmE, 2 bi N
819′	12 42·3	+31 17	D neb. vF, vS
820′	12 42·3	+31 16	
4687	12 42·6	+36 54	vF, vS, R, psbM
4704	12 44·0	+42 28	eF, S, R, gbM
4707	12 44·2	+51 44	S, stellar
4711	12 44·6	+35 53	F, S, E, glbM, er
4719	12 45·3	+33 42	vF, stellar
4732	12 45·7	+53 26	F, S, vsmbM
4736	12 46·2	+41 40	vB, L, iR, vsvmbMBN, r
4737	12 46·2	+34 42	eF, vS, pmE
4741	12 46·4	+48 13	vF, S, R, psbM
826′	12 46·5	+31 36	F, pS, R, gbM
4774	12 48·4	+37 22	eF, eS, R, bM
4800	12 50·0	+47 4	pB, cS, R, psbM, *14 p
4801	12 50·2	+53 38	eF, S, lE
4834	12 52·0	+52 50	vF, S, iR, bM
4837	12 52·2	+49 21	Neb?
4846	12 53·0	+37 55	eF
4861	12 54·3	+35 24	vF, pL, vmE 30° ±, bet 2 st
4868	12 54·5	+37 51	pB, S, R, mbM
4870	12 54·6	+37 32	pF, lE, bet 2 st
4893	12 55·4	+37 44	vF, * 20 sp, * 17 nf
4901	12 55·4	+47 45	pF, S, R, gbM
4912	12 56·1	+37 55	—
4913	12 56·1	+37 53	—
4914	12 56·1	+37 51	pB, cS, R, smbM, * 17 np
4916	12 56·3	+37 54	Neb
4917	12 56·3	+47 45	eF, S, E, bM
4932	12 58·1	+51 0	eF, S, R, vglbM
4938	12 58·6	+51 52	eF, R, psbM
4956	13 0·3	+35 43	pB, cS, R, smbM
4959	13 0·9	+33 43	eF, S, R
4963	13 1·3	+42 16	F, vS, R, stellar, vS* s

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4987	13h 3m·7	+52° 28′	vF, vS, stellar
4986	13 3·7	+35 44	vF, S, R, stellar
4998	13 4·2	+51 13	vF
853′	13 4·5	+53 18	eeF, pS, R
5002	13 6·0	+37 11	vF, pL, E * 13 att. n
5003	13 6·0	+42 20	vF, pS, lbM, Mmute in [illegible]
5005	13 6·3	+37 36	vB, vL, vmE 66°, vsbMN
5009	13 6·5	+50 37	vF, R, bet 2 vS st
5014	13 6·9	+36 49	pF, S, E, psbM
5021	13 7·5	+46 43	pF, cS, R * 12 nf [illegible]
5023	13 7·7	+44 34	pF, L, mE 20°, [illegible]
5025	13 8·0	+32 21	vF, S, lE, * 13 n
5029	13 8·2	+47 37	F, vS, R, gbM
5033	13 8·9	+37 8	vB, pL, E 167°, smbM vBN * nf
5040	13 9·5	+51 49	F, S, iR, vgmbM
5041	13 9·8	+31 24	F, S, R
861′	13 10·5	+34 52	F, vS, R, sbM
5055	13 11·3	+42 34	vB, L, pmE [illegible]° ±, vsmbMBN
5056	13 11·5	+31 29	eF, eS, R
5057	13 11·7	+31 34	eF, eS, R
5065	13 12·8	+31 37	vF, eS
5074	13 13·8	+32 0	eF, vS
5083	13 14·4	+40 8	pF, pL, R
5096	13 15·5	+33 36	vF, eS, R, bM
5098	13 15·7	+33 40	vF, S, bet 2 st
883′	13 15·9	+34 40	F, pS, iR, bM
5103	13 15·9	+43 37	pB, cS, E
5107	13 16·9	+39 5	vF, S, cE 0° ±
5112	13 17·4	+39 16	F, L, iR, vglbM
5123	13 18·8	+43 37	pF, S, R, gmbM
5127	13 19·1	+32 3	pB, pL, R, gmbM, [illegible]
5131	13 19·3	+31 31	F, pS, lE, N = * 15
5141	13 20·3	+36 54	eF, eS, R, vsmbM *, * 12 [illegible]
5142	13 20·5	+36 56	F, eS, R, vsmbM *
5143	13 20·5	+36 58	vF
5145	13 20·8	+43 47	pB, vS, [illegible]
5149	13 21·6	+36 28	eF, pS, E, bM
5154	13 21·9	+36 31	vF, pL, R
5157	13 22·7	+32 32	F, pS, vlE, bM
5166	13 23·6	+32 33	pF, pL, iE, [illegible]
5169	13 23·9	+47 9	vF, pS, R
5173	13 24·2	+47 6	F, vS, R, stellar *
5187	13 25·1	+31 39	vF, vS, R, gbM
5194	13 25·7	+47 43	!!! Grosser Spiralnebel
5195	13 25·8	+47 47	B, pS, [illegible], att to 5194
5198	13 26·0	+47 11	pF, pS, R, mbM

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5199	$13^h\,26^m$·2	+35° 21′	*vF, vS, lE*	5313	$13^h\,45^m$·5	+40° 29′	*pF, pS, vlE, glbM*
895′	13 27·8	+36 10	*vF, pL, R, sbM, D?*	5318	13 46·2	+34 12	*F, S, R, psbM*
5214	13 28·5	+42 23	*vF, S, R, lbM*	5319	13 46·2	+34 18	*vF, R*
5223	13 29·9	+35 13	*F, cS, R, * 10 p*	5320	13 46·2	+41 52	*cF, pL, R, gbM*
5228	13 30·1	+35 18	*vF, vS, R*	5321	13 46·3	+34 8	*cF, pL, R, svmbM* *
5229	13 30·1	+48 25	*cF, L, mE, v diffic.*	5325	13 46·5	+38 47	*ccF, pS, R, v diffic, 2 B st nr*
5233	13 30·7	+35 11	*F, S, R, vS * nr*				
5240	13 31·3	+36 5	*vF, pL, R, lbM*	5326	13 46·6	+40 4	*cF, S, vlE, sbM*
5243	13 31·8	+38 52	*cF, pL, E 65°, bi N?*	5336	13 48·0	+43 44	*cF, pL, R, psbM*
5256	13 34·2	+48 48	*cF, vS, R, gbM*	5337	13 48·1	+40 11	*vF, S, iR, * 7 p*
5259	13 34·8	+31 30	*vF, S, iR*	5346	13 48·8	+40 5	*cF, pL, iR, glbM, r?*
5265	13 35·7	+37 22	*F, cS, vlE, er*	5350	13 49·1	+40 52	*cF, pL, bM, * 7 p*
5267	13 36·3	+39 18	*F, S, R, gbM, S* np*	5353	13 49·2	+40 46	*pB, S, R*
5273	13 37·7	+36 9	*cB, pL, R, g, psmbM*	5354	13 49·2	+40 48	*pF, S, R*
5276	13 37·9	+36 10	*F, S*	5355	13 49·4	+40 50	*pF, pS*
5289	13 40·9	+42 0	*vF, vS, lE 90° ±, sbM*	5358	13 49·8	+40 46	*vF, vS, R, 2 vF st inv*
5290	13 41·0	+42 13	*cB, pL, E 90° ±, bMN*	5362	13 50·7	+41 45	*pB, pL, E*
5296	13 41·7	+44 20	*R, bM* (= 5297?)	5371	13 51·5	+40 59	*pB, L, R, bMFN*
5297	13 42·5	+44 20	*cB, L, pmE 142°, gbM*	5377	13 52·3	+47 43	*B, L, mE 42°, smbMN*
5301	13 42·9	+46 39	*cF, L, vmE*	5383	13 53·0	+42 20	*cB, cL, R, gbM*
5303	13 43·4	+38 48	*pF, cS, lE, F : inv*	5390	13 53·2	+40 56	*F, L, vgbM, * 9 nf*
5305	13 43·6	+38 20	*cF, S, R*	5391	13 53·7	+46 49	*F, vS, ** nahebei
5311	13 44·7	+40 29	*cF, cS, R, sbM*	5410	13 56·7	+41 29	*pF, pS, bM*
5312	13 45·4	+34 7	*vF, R, stellar*				

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maxim.	Grösse Minim.	Periode, Bemerkungen
S Canum. venat.	$13^h\ 8^m\ 31^s$	+37° 54′·5	7·3	9	1892 Jan. 2 +4·692^d *E*
R „	13 44 39	+40 2·4	6·1—7·0	11·5	1888 März 21 +338 *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$12^h\ 9^m\ 35^s$	+39° 53′·9	6·5	*RG*	12	$13^h\ 8^m\ 27^s$	+38° 49′·9	6·8	*OR*^{1}
2	12 11 7	+41 13·1	5·5	*O*	13	13 8 59	+37 24·6	6·5	*OR*^{1}
3	12 14 55	+49 32·0	5·7	*O*	14	13 13 50	+34 37·4	6·0	*GR*
4	12 20 11	+37 47·3	7·5	*R*^{2}	15	13 18 48	+47 31·4	7·0	*R*
5	12 40 26	+45 59·1	5·5	*R*	16	13 19 22	+37 33·4	6·0	*R*
6	12 50 22	+47 44·1	5·8	*OR*	17	13 26 50	+36 59·8	7·0	*OR*
7	12 54 16	+35 5·6	8·0	*R*	18	13 42 42	+39 2·5	5·5	*G*
8	12 54 41	+38 20·8	8·6	*F*	19	13 42 52	+38 6·8	8·2	*F*
9	12 57 42	+37 53·1	7·0	*R*^{2}	20	13 44 39	+40 2·4	*var*	*OR, R* Can. ven.
10	13 1 12	+40 8·9	7·0	*OR*^{1}	21	13 47 32	+40 10·5	6·9	*O*
11	13 5 3	+37 57·3	6·0	*RG*	22	13 48 54	+40 50·3	6·7	*G*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

$\Delta\alpha$ in Secunden $\Delta\delta$ in Minuten

δ / α	+30°	+40°	+50°	+55°	α	
12h 0m	+31s	+31s	+31s	+31s	12h 0m	—3·3′
12 30	30	30	29	29	12 30	—3·3
13 0	29	28	27	26	13 0	—3·2
13 30	28	27	25	24	13 30	—3·1
14 0	27	25	23	21	14 0	—2·9

Canis major. (Der grosse Hund.) PTOLEMÄI'sches Sternbild am Süd-himmel, bekannt durch den in ihm stehenden hellsten Fixstern des ganzen Himmels, den Sirius, nach dessen Frühaufgang sich die altägyptische Zeit-eintheilung richtete (Hundsstern- oder Sothis-Periode.) Die sogenannten »Hunds-tage« nahmen nach den alten Griechen ihren Anfang mit dem ersten Er-scheinen des Sirius in der Morgendämmerung vor Aufgang der Sonne.

Die Grenzen von Canis major bilden für das folgende Verzeichniss die Parallel- resp. Stundenkreisstücke zwischen $6^h 7^m$ und $7^h 22^m$ AR und — 11° und — 33° Deklination.

Canis major enthält nach HEIS folgende, dem blossen Auge sichtbare Sterne: 1 der 1ten Grösse (Sirius), 2 der 1ten bis 2ten und 2ten, 4 der 2·3ten bis 3·4ten, 5 der 4ten und 4·5ten, 13 der 4·5ten bis 5·6ten, 44 der 5·6ten bis 6·7ten Grösse und 1 Sternhaufen, im Ganzen also 70 Objekte.

Canis major grenzt im Norden an Monoceros, im Westen und Süden an Argo, im Osten an Columba und Lepus.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2525	*h* 3839	—	6h 9m·3	—18° 17′
2539	*h* 3840	10	6 11·1	—30 28
2541	*h* 3842	10	6 11·5	—22 10
—	β 18	7·5	6 12·0	—12 0
2558	*h* 3845	8	6 12·8	—22 39
2571	*h* 3847	8	6 14·6	—14 29
2580	Δ 25	6	6 14·9	—32 7
2577	*S* 516	—	6 15·1	—24 54
2587	*Jacob* 60	9	6 15·9	—29 34
2589	*SCC* 244	2·3	6 16·5	—30 1
2588	Σ 3116	—	6 16·7	—11 43
2593	*S* 517	—	6 17·3	—16 33
2599	*SCC* 246	2·6	6 18·3	—17 55
—	β 568	7·0	6 19·4	—19 43
2609	Σ 903	7	6 19·6	—12 55
2610	Σ' 727	7·8	6 19·9	—16 10
—	β 569	8·2	6h 20m·5	[illegible]
2641	*h* 3859	9	6 22·5	[illegible]
2653	*h* 2318	9	6 24·0	[illegible]
—	β 753	5	6 24·4	[illegible]
2666	*h* 3863	6	6 25·8	[illegible]
2676	*h* 3864	7	6 26·0	—14 [illegible]
2683	*h* 3866	8	6 26·3	—24 [illegible]
2691	*h* 2321	8	6 27·0	[illegible]
2709	*h* 3869	7	6 28·9	[illegible]
2720	*h* 3871	7	6 30·2	[illegible]
2735	Σ' 757	6·0	6 32·0	[illegible]
2739	*h* 3876	8	6 32·5	[illegible]
2751	*h* 3877	9	6 33·3	[illegible]
2764	*h* 2334	10	6 35·0	[illegible]
2773	*h* 2337	10	6 36·7	[illegible]
—	β 19	7	6 37·5	[illegible]

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 195	7	6h 38m·0	−23° 9′	2963	Σ 1016	8	7h 0m·0	−11° 23′
2790	*S* 534	—	6 39·2	−22 19	2978	*h* 3923	9	7 0·7	−29 32
2799	Σ' 773	1	6 40·8	−16 33	2975	Σ 1019	8·9	7 1·1	−10 30
2813	*h* 3891	6	6 41·7	−30 51	2987	Σ 1026	6	7 2·0	−11 9
2814	*h* 2340	10	6 41·9	−29 14	—	β 574	8	7 2·2	−11 10
2816	*h* 2341	8·9	6 42·4	−20 37	2999	*h* 2363	10	7 2·6	−27 39
2822	*h* 2343	9·10	6 42·8	−29 9	3001	*h* 3930	10	7 3·7	−13 0
2818	Σ 970	8	6 43·1	−11 37	3005	Σ 1031	8·9	7 4·0	−13 49
2823	Σ 972	8·9	6 43·4	−15 12	3009	*S.C.C.* 278	2	7 4·3	−26 14
2825	Σ 971	8	6 43·7	−13 19	—	β 329	6·0	7 5·0	−16 4
2831	*AC* 4	6	6 44·3	−15 2	3019	*h* 3933	9	7 5·8	−19 35
—	β 20	8	6 44·3	−16 5	3031	*h* 3934	8	7 7·1	−21 38
2844	*S* 538	—	6 45·1	−23 59	3039	*h* 755	10	7 8·8	−11 19
—	β 324	7	6 45·6	−23 57	3044	*h* 754	10	7 9·2	−13 52
—	β 898	7·8	6 45·9	−15 54	3053	*h* 3940	9	7 9·4	−30 48
2861	*Hh* 251	6	6 46·6	−31 35	3051	*h* 3938	7	7 9·6	−22 44
2866	*h* 3896	10	6 47·2	−28 37	3052	*h* 3939	10	7 9·8	−17 48
—	β 325	7·8	6 47·8	−26 27	3059	Σ 1057	8	7 10·2	−15 18
2883	Σ 990	8·9	6 49·6	−14 7	3074	*Brib* 1523	6·7	7 11·7	−30 43
2889	*Hh* 253	6·7	6 50·7	−20 17	3077	Σ 1064	7	7 12·4	−11 51
2890	Σ 993	8	6 51·0	−11 45	3081	*h* 3945	7	7 12·4	−23 8
2898	*Hh* 254	—	6 51·3	−20 1	3086	Σ 1069	8	7 13·5	−13 31
2899	Σ 997	5	6 51·5	−13 55	3101	*h* 3948	5	7 13·6	−24 46
2908	*S* 541	—	6 52·4	−22 30	3105	*h* 3945	8	7 14·7	−30 36
2914	*h* 2356	9	6 52·7	−29 16	3106	*h* 2375	10	7 14·8	−28 13
2913	*h* 3902	10	6 53·0	−18 13	3108	*h* 3950	9	7 15·1	−21 51
2920	Σ 1004	8	6 53·8	−11 17	—	β 331	8·0	7 16·4	−24 12
2932	Σ' 805	8·2	6 55·7	−15 7	3132	*h* 3954	9	7 17·8	−32 50
2937	Σ 1011	8	6 56·1	−15 10	3127	*h* 758	9	7 17·9	−15 22
—	β 572	7·0	6 56·6	−20 32	3140	*h* 2381	11	7 18·7	−29 16
—	β 573	8	6 57·1	−10 44	3162	*S.C.C.* 287	3	7 20·1	−29 7
2941	*S* 543	—	6 57·2	−22 30	3169	*h* 3964	10	7 20·8	−20 49
2947	*h* 3913	9	6 57·4	−28 54	—	β 199	7	7 20·8	−20 58
2950	*h* 3914	7	6 58·0	−23 22	3174	*Brib* 1598	6	7 20·9	−31 37
2954	*h* 3916	10	6 58·0	−30 59	—	β 198	8	7 21·4	−20 45
2955	*h* 3917	9	6 58·1	−30 38	3185	*h* 759	10	7 22·8	−11 17
2953	*h* 2358	9·10	6 58·3	−20 57	3189	Σ 1097	7	7 23·1	−11 21
2960	*h* 749	11	6 59·4	−11 10	3193	Σ' 881	7·2	7 23·2	−18 17
2965	*h* 2361	10	6 59·5	−29 39					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2204	6h 11m·3	−18° 37′	*Cl, L, p Ri, l C*	2211	6h 14m·4 ±	−18° 29′	*vF, pS, E* 45°, *b M N*
2206	6 12·0	−26 44	*F, p S, vlE, pslb M*	2212	6 14·4 ±	−18 29	*eF, v S, R*
2207	6 12·1	−21 21	*p B, p L, m E* 87°, *pslb M R N*	2216	6 17·3	−22 2	*vF, p L, R, vglb M*
				2217	6 17·7	−27 12	*vB, S, R, psmb M, r*

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2223	6h 20m·4	−22° 47'	F, pL, R, vglbM, 2 st inv	2345	7h 3m·7	−13° 1'	Cl, pL, pRi, gc M, st 10 ... 14
2227	6 21·7	−21 57	eF, R, ⁑ p 270°, 90"				
2243	6 25·9	−31 13	pB, cL, R, vglbM,	2351	7 8·8	−11 19	Cl, lC, Position des ⁑
2263	6 34·3	−24 46	pF lE, bet 2 vS st, pslbM	2352	7 9·5	−23 55	Cl, pRi, pC
2267	6 37·0	−32 23	pB, S, R, 2 od. 3 st v nr	2353	7 9·7	−10 8	Cl, L, lC, vB *
2271	6 38·7	−23 22	pF, S, R, gbM, am st	2354	7 10·1	−25 33	Cl, cRi, lC
2272	6 38·7	−27 22	pF, pS, vlE, bM, r	2358	7 12·3	−16 52	Cl, P, lC
2280	6 40·9	−27 32	pF, pL, lE, gbM	468'	7 12·7	−12 59	vF neby, vielleicht 2 oder 3 st im Innern
2283	6 41·5	−18 6	3 oder 4 S st * neb				
2287	6 42·7	−20 38	Cl, vL, B, lC, st 8	2359	7 12·9	−13 2	ll, vF, vvL, viF
2292	6 43·3	−26 38	eF, R, gbM } Dneb, am st	2360	7 13·2	−15 27	Cl, vL, Ri, pC, st 9 ... 12
2293	6 43·3	−26 38	pB, R, gbM } Dneb, am st				
2295	6 43·6	−26 37	eF, S, R, bet st	2361	7 13·8	−13 2	vvF, vS
452'	6 44·2	−16 47	* 13·5 in S neby	2362	7 14·6	−24 46	Cl, pL, Ri (30 C [illegible]
453'	6 44·7	−16 55	* 13 in S neb, oder 2 oder 3 nahe Sterne	2367	7 15·9	−21 45	Cl, S, P, lC
				2374	7 19·4	−13 4	Cl, vL, pRi, lC, st L
2296	6 44·8	−16 48	vF, vS, R	2380	7 19·9	−27 20	pF, pS, R, vsmb M, am st
2318	6 54·9	−13 34	Cl, L, sc, st 8 ... 9	2382	7 20·2	−27 11	pF, S, R, bM
456'	6 56·4	−20 1	vF, pS, R, Bst nf und np	2383	7 20·4	−20 44	Cl, pS, pmC, st 12
2325	6 58·7	−28 34	pB, pL, lE, gbM	2384	7 20·7	−20 50	Cl, lC, [illegible] ⁑
2327	6 59·4	−11 10	pB, ⁑ inv in S, vF, neb				

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maxim.	Grösse Minim.	Periode, Bemerkungen
R Canis majoris	7h 14m 56s	−16° 12'·4	5·9	6·7	1887 März 26 15h 18m + 1d 3h 15m 46s·0 E, Algoltypus

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	6h 10m 39s	−29° 34'·7	6·9	R	17	6h 50m 0s	−24° 3'·3	3·9	R
2	6 13 13	−16 46·8	5·8	R	18	6 57 44	−27 47·3	3·6	[illegible]
3	6 16 28	−11 46·2	7·3	R	19	7 0 33	−21 22·5	6·7	R
4	6 19 15	−15 0·9	6·8	R	20	7 2 46	−24 48·1	6·7	R
5	6 19 33	−11 28·3	5·6	R	21	7 5 1	−16 4·2	6·6	R
6	6 25 50	−19 8·9	7·0	R	22	7 10 51	−26 51·6	6·5	[illegible]
7	6 26 45	−12 19·3	5·6	R	23	7 11 31	−30 30·6	6·2	R
8	6 32 2	−18 31·5	6·4	R	24	7 12 21	−23 8·0	5¼	R
9	6 32 19	−19 10·0	4·1	R	25	7 12 35	−27 42·1	5·4	[illegible]
10	6 33 29	−18 8·8	4·9	R	26	7 14 50	−26 24·1	6·0	[illegible]
11	6 34 0	−32 15·1	5·7	R	27	7 16 54	−26 46·4	6·7	R
12	6 41 29	−14 41·2	5·7	R	28	7 16 59	−25 42·2	6·7	[illegible]
13	6 41 41	−31 40·3	6·5	R	29	7 19 30	−27 38·3	6·1	[illegible]
14	6 45 53	−16 57·9	6·4	R	30	7 20 9	16 0·2	6·0	[illegible]
15	6 48 59	−26 49·7	7·0	R	31	7 21 4	−31 36·7	5¼	[illegible]
16	6 49 35	−11 54·5	4·4	R					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

δ / α	−10°	−20°	−30°	−40°	α	
	$\Delta\alpha$ in Secunden				$\Delta\delta$ in Minuten	
$6^h\ 0^m$	$+29^s$	$+26^s$	$+23^s$	$+20^s$	$6^h\ 0^m$	0'·0
6 30	29	26	23	20	6 30	−0·4
7 0	29	26	24	20	7 0	−0·8
7 30	29	27	24	21	7 30	−1·3

Canis minor. (Der kleine Hund.) Sternbild des PTOLEMÄUS am nördlichen Himmel. Seine Grenzen ergeben sich am einfachsten durch Zerlegung des ganzen Bildes in 3 Trapeze, welche ihrerseits wiederum durch Parallel- und Stundenkreise folgendermaassen begrenzt sind:

1) Von $6^h\ 56^m$ bis $7^h\ 10^m$ AR und von + 5° bis + 13° Dekl.
2) Von $7^h\ 10^m$ bis $7^h\ 50^m$ AR und von 0° bis + 13° Dekl.
3) Von $7^h\ 50^m$ bis $8^h\ 0^m$ AR und von 0° bis + 8° Dekl.

HEIS giebt folgende, dem blossen Auge sichtbare Sterne an: 1 der 1ten Grösse (Procyon), 1 der 3ten, 5 der 5ten und 5·6ten, 30 der 5·6ten bis 6·7ten Grösse, mithin 37 Sterne.

Canis minor grenzt im Norden an Gemini, im Westen an Cancer und Hydra, im Süden und Osten an Monoceros.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	β 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2923	Σ 1007	6·7	$6^h\ 55^m·1$	+12° 53'	3172	Σ 1095	9	$7^h\ 21^m·9$	+ 8° 57'
2926	OΣ 163	7·8	6 55·7	+11 57	—	β 21	6	7 22·1	+ 7 10
2934	h 747	10	6 56·8	+10 55	3180	h 2385	11	7 22·6	+ 5 0
2935	h 3288	8·9	6 56·9	+12 45	3184	h 2386	10	7 23·1	+ 4 59
2957	h 2360	8·9	6 59·3	+ 6 5	3191	h 2387	10·11	7 23·5	+ 0 26
2980	h 751	8	7 2·0	+ 9 22	3187	Σ' 877	7·2	7 23·7	+11 47
3021	h 752	11	7 7·1	+10 0	3192	Σ 1099	8	7 23·9	+11 44
3041	h 753	9	7 9·5	+11 11	3197	h 2388	11	7 23·9	+ 0 26
3065	Σ 1058	8	7 11·6	+ 9 45	3212	Σ 1105	11	7 25·3	+ 8 48
3068	OΣ 170	7·8	7 12·2	+ 9 29	3211	Σ 1103	8	7 25·4	+ 5 28
3075	h 2369	11	7 12·6	+ 1 52	3215	Σ' 888	7·1	7 25·5	+ 8 46
3076	Σ 1063	9	7 12·8	+ 4 32	3225	h 55	9	7 27·2	+10 38
3080	h 2371	9	7 13·1	+ 1 45	3227	h 2394	11	7 27·2	+ 5 24
3083	Σ 1067	8	7 13·6	+ 3 3	3236	Σ 1114	9	7 28·2	+ 9 31
3103	Σ 1074	7·5	7 15·4	+ 0 36	3242	Σ 1116	7	7 28·9	+12 32
3099	Σ 1073	8	7 15·5	+10 23	3255	h 2396	10	7 30·2	+ 2 27
3107	Σ 1076	9	7 15·8	+ 4 15	3264	h 762	10	7 31·2	+ 0 16
3117	Σ 1080	8·9	7 16·2	+ 4 41	3265	h 2400	9	7 31·3	+ 3 24
3125	Σ 1082	8	7 18·3	+10 54	3267	h 2402	—	7 31·6	+ 5 14
3128	h 2378	10	7 18·5	+ 0 34	3272	h 2403	13	7 32·0	+ 4 19
3171	S.C.C.289	3	7 21·7	+ 8 29	3278	h 763	10	7 32·9	+10 12

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3284	*h* 2406	12	7ʰ 33ᵐ·0	+ 1° 37′	3371	*O*Σ² 88	7·8	7ʰ 43ᵐ·7	+0° 55′
3289	*O*Σ 176	7·8	7 33·4	+ 0 44	3376	Σ 1149	8	7 44·2	+3 28
3921	Σ′ 901	1	7 34·1	+ 5 30	3404	*O*Σ 182	7	7 47·4	+3 39
3927	Σ 1126	7	7 34·8	+ 5 36	3429	*h* 2422	10	7 50·6	+1 24
3308	*Schj* 8	8·5	7 36·1	+ 9 57	3441	*O*Σ 185	6·7	7 52·1	+1 24
3313	*h* 2410	10·11	7 37·2	+ 0 13	3450	*Hh* 284	6	7 53·2	+2 29
3314	*h* 766	10	7 37·5	+10 25	3452	Σ 1168	8	7 53·4	+5 54
3325	Σ 1134	8·9	7 38·2	+ 3 44	3458	*h* 72	10	7 53·9	+4 30
3330	*h* 2413	10	7 38·6	+ 0 12	3471	*h* 3306	9·10	7 55·1	+1 43
3341	Σ 1137	8	7 41·3	+ 4 22	3488	Σ 1175	8	7 57·2	+4 26
3348	Σ 1141	8·9	7 41·9	+ 0 16	—	β 23	8	7 57·3	+3 22
3356	Σ 1143	7	7 42·7	+5 39	3509	Σ 1182	7	8 0·0	+6 7
3358	*h* 61	10	7 42·8	+6 19					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2350	7ʰ 7ᵐ·6	+12° 26′	*eF, eS, iR*	2416	7ʰ 30ᵐ·3	+11° 49′	*eF, S*
2394	7 23·2	+ 7 14	*Cl, L, P, vlC, st L*	473′	7 36·9	+ 9 29	*Neb* * 14
2399	7 24·7	0 0	*2 F neb ? v S Cl*	2433	7 37·3	+ 9 30	*eF*, * 15, 90″ *sp*
2400	7 24·8	0 0		2470	7 49·0	+ 4 43	*eF, S, lE, bet 2* *
2402	7 25·3	+ 9 52	*eF, S, R, lb M*, * *inv*	2485	7 51·4	+ 7 45	*Neb* * 12 *m*
2412	7 28·9	+ 8 46	*vF*, * 8 *f* 59ˢ, 1′·5 *s*, * 13 *s* 10″	2499	7 53·5	+ 7 46	*eF, pS, iR*
				2504	7 54·6	+ 5 53	*vF, S, R*

C. Veränderliche Sterne.

Name des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maxim.	Grösse Minim.	Periode, Bemerkungen
V Canis min.	7ʰ 1ᵐ 33ˢ	+ 9° 1′·5	10·3	> 13·7	1898 Sept. 20 + 364ᵈ *E*
R „	7 3 13	+10 10·9	7·2— 7·9	9·5—10·0	1859 Febr. 13 + 337ᵈ·7 *E*
S „	7 27 18	+ 8 31·9	7·2— 8·0	10·5—12·7	1863 Mai 3 + 330ᵈ·3 *E* + 20 *sin* (12° *E* + 30°)
T „	7 28 26	+11 57·5	9·0—10·5	> 13·5	1870 März 16 + 322ᵈ·7 *E*
U „	7 35 55	+ 8 36·8	8·5— 9·0	12·3—13·5	1880 Febr. 14 + 410ᵈ *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	7ʰ 0ᵐ 10ˢ	+ 9° 20″·3	6·6	*G*	8	7ʰ 31ᵐ 17ˢ	+2° 17″·7	9·3	*R*
2	7 3 13	+10 10·9	*var*	*GR, R* Can. min.	9	7 32 2	+5 37·6	8·0	*R*
3	7 4 22	+ 9 28·4	7·4	*G*	10	7 35 55	+8 36·8	*var*	[illegible]
4	7 10 14	+ 8 9·1	6·8	*G*	11	7 38 4	+5 11·0	7·1	*G*
5	7 14 4	+10 35·1	7·7	*RG*	12	7 42 45	+5 39·7	7·0	*RG*
6	7 27 18	+ 8 31·9	*var*	*R, S* Can. min.	13	7 43 27	+5 40·4	9·0	[illegible]
7	7 29 39	+ 3 33·7	8·0	*G*	14	7 46 54	+3 32·2	7·5	*RG*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

δ / α	0°	+10°	+20°	α	
6^h 30^m	$+31^s$	$+33^s$	$+36^s$	6^h 30^m	−0'·4
7 0	31	33	36	7 0	−0·8
7 30	31	33	35	7 30	−1·3
8 0	31	33	35	8 0	−1·6

Capricornus. (Der Steinbock.) Südlichstes Sternbild des PTOLEMAI'schen Thierkreises. Seine Grenzen, welche ganz am südlichen Himmel verlaufen, sind einfach und können in folgender Weise angegeben werden:

1) Trapez mit den Stunden- resp.
Parallelkreisbegrenzungen . 20^h 0^m und 20^h 32^m, — 9° 0' und —28° 0
2) Trapez . . . . 20^h 32^m und 21^h 20^m, —15° 0' und —28° 0'
3) Trapez . . . . 21^h 20^m und 21^h 52^m, — 9° 0' und —25° 30'

Nach HEIS sind in dem Sternbilde enthalten an Sternen, die mit blossem Auge gesehen werden können: 3 Sterne 3ter Grösse, 7 Sterne 4ter Grösse, 12 Sterne 5ter Grösse, 41 Sterne 6ter bis 7ter Grösse, zusammen demnach 63 Sterne, während GOULD deren 134 anführt; der Unterschied besteht in der Hinzuziehung schwächerer Sterne.

Capricornus grenzt im Norden an Aquila und Aquarius, im Osten an Aquarius, im Süden an Piscis austrinus, Microscopium und Sagittarius, im Westen an Sagittarius und zum Theil an Aquila.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8324	*h* 2928	10	20^h $1^m{\cdot}2$	−19° 5'	8527	*h* 2957	10·11	20^h $19^m{\cdot}8$	−24° 0'
—	β 832	8·6	20 1·2	−10 56	—	β 60	5	20 21·6	−18 32
8327	Σ 2625	7·0	20 1·2	−13 13	8560	Σ 2683	8·6	20 22·8	−13 30
8376	*h* 1484	10	20 5·6	−15 47	—	β 61	5	20 23·2	−18 8
8384	*Hh* 673	—	20 6·4	−12 21	8564	Σ' 2474	5·0	20 23·2	−18 9
8401	*h* 2935	9·10	20 7·9	−26 49	8563	*h* 2964	9·10	20 23·3	−25 29
8404	*h* 5511	12	20 8·0	−15 39	8572	Σ' 2476	6·6	20 24·2	−18 55
8410	*h* 2937	10·11	20 8·4	−15 13	8591	*h* 2973	8·9	20 26·4	−22 29
8415	*h* 2939	9	20 8·7	−16 54	—	β 668	6·0	20 26·9	−10 12
8431	*h* 2940	10	20 10·0	−19 8	8606	*h* 2975	8	20 27·6	−22 34
8434	*h* 1493	10	20 10·0	−14 41	8608	*Hh* 692	—	20 27·7	−26 5
8446	*h* 2942	10	20 11·2	−25 35	8637	*Hh* 695	—	20 30·2	−13 19
8451	*h* 2943	11	20 11·6	−12 47	8638	*h* 2980	10	20 30·4	−18 49
8453	Σ' 2444	4·2	20 12·1	−12 50	8642	*h* 1537	10	20 30·7	−15 38
8456	Σ' 2445	3·2	20 12·5	−12 52	8646	*h* 2982	10·11	20 31·4	−27 38
8462	Σ' 2447	6·0	20 13·6	−19 26	8649	Σ 2699	8·2	20 31·4	−13 5
8464	*Mayer*	—	20 13·7	−18 53	8660	*h* 5210	9	20 33·5	−27 25
—	β 662	9	20 15·2	−19 55	8667	*h* 2983	10	20 34·1	−18 48
8486	*Hh* 684	—	20 15·4	−15 6	8678	*h* 5212	8	20 35·2	−24 32
8506	*Hh* 686	—	20 17·7	−17 16	—	β 1209	9·0	20 35·3	−17 14

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8682	*h* 2986	9	20h 35m·7	−17° 59′	8985	*Hh* 725	—	21h 13m·2	−15° [illegible]
8705	*h* 2989	9	20 37·5	−22 39	—	β 252	8	21 14·1	−27 44
8709	*h* 2990	9·10	20 38·0	−20 52	9012	*h* 5265	9	21 16·4	−22 49
8712	*h* 2991	9	20 38·5	−24 0	—	β 1262	8·3	21 16·8	−15 21
—	β 674	8	20 39·0	−21 15	9033	*h* 3024	10	21 19·1	−19 1
8725	*h* 2992	10	20 39·5	−20 44	9046	*h* 5269	10	21 20·4	−23 [illegible]
8733	*h* 1567	8·9	20 39·8	−15 23	—	β 683	8·5	21 21·8	−20 [illegible]
8737	*h* 2994	6	20 40·4	−21 53	9055	*h* 5271	10	21 21·9	−25 [illegible]
8735	*h* 5220	8	20 40·5	−27 14	9062	*h* 3029	9·10	21 22·6	−19 32
—	β 153	7	20 41·4	−26 47	9075	*h* 3030	11	21 25·7	−22 42
8749	*h* 2995	9·10	20 41·7	−18 59	9077	*Schjell* 34	—	21 26·3	−13 [illegible]
8756	Σ′ 2519	7·1	20 42·8	−18 34	9102	*h* 3036	11	21 27·3	−15 11
8759	*h* 2998	9·10	20 43·2	−20 58	9105	*h* 3037	10	21 28·6	−17 [illegible]
8764	*h* 3000	6	20 43·7	−18 24	9112	Σ 2805	8·5	21 30·1	−12 15
8766	*h* 5225	7	20 44·1	−27 44	9115	*h* 5518	11	21 30·7	−10 [illegible]
8785	*h* 3001	10	20 46·4	−16 52	9117	*h* 3040	5	21 31·5	−19 [illegible]
8791	*h* 3002	—	20 47·0	−18 33	9118	*h* 5282	9·5	21 31·5	−16 54
8792	*h* 3003	6	20 47·1	−24 10	9119	*h* 5284	8	21 31·5	−16 [illegible]
—	β 154	8	20 47·2	−16 33	9146	*h* 3043	8·9	21 33·8	−19 [illegible]
8804	σ 700	—	20 49·2	−18 19	9173	*h* 3048	12	21 36·5	−15 [illegible]
8816	*h* 1590	10	20 50·8	−16 54	9174	*h* 5291	8·5	21 36·6	−14 [illegible]
—	β 1211	7·5	20 58·4	−18 30	9205	Σ 2828	8·5	21 37·9	−14 [illegible]
8870	*h* 3007	8·9	20 59·6	−25 9	9219	*h* 3056	—	21 41·5	−16 [illegible]
8894	*h* 3009	6	21 2·8	−21 36	9227	Σ 2826	8·5	21 42·0	−13 [illegible]
8904	*h* 1612	10	21 4·0	−16 42	9230	*Hh* 745	—	21 42·5	−14 [illegible]
8906	*h* 3010	9	21 4·2	−18 58	9264	*h* 5298	8	21 47·6	−16 [illegible]
8922	*h* 5251	9	21 5·8	−23 31	9271	*h* 615	9	21 48·2	−17 [illegible]
8923	*h* 3012	9	21 6·2	−27 59	9276	*h* 5522	12	21 49....	−14 [illegible]
8932	*Hh* 720	—	21 6·8	−15 26	9284	Σ 2839	8	21 49·5	−12 [illegible]
8935	*h* 1617	—	21 7·2	−21 35	9292	*h* 949	11	21 49·9	−10 [illegible]
8971	*h* 3016	11·12	21 11·6	−19 42	9290	*h* 3065	7	21 50·0	−21 [illegible]
8980	*h* 3017	9·10	21 12·2	−21 41	9293	*Hh* 749	—	21 50·1	−15 [illegible]
8981	*h* 3018	10	21 12·3	−24 21					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6864	20h 0m·2	−22° 12′	⊕, *B, pL, R, vmbMBN, rr*	1321′	20h 22m·5	−18° 37′	*F, S,* [illegible]*, r*
				1322′	20 24·5	−15 34	*F,* [illegible]*S, r*
1313′	20 13·0	−17 16	*F, vS, R,* * 13 nahe	1323′	20 24·9	−15 31	*vS* [illegible] *
6897	20 15·5	−12 35	*vF, S*	6924	20 26·6	−25 49	*vF, pS, R,* [illegible]
6898	20 15·6	−12 41	*F, S, iR*	6931	20 28·5	−11 44	*eF, pS, E* [illegible]
6903	20 18·0	−19 38	*cL, E, bM* * 17, * 10 *att n*	6936	20 30·5	−25 38	*vF, vS, R,* [illegible]
6907	20 19·1	−25 8	*cF, cL, vlE, vglbM, r, 3 st p*	1333′	20 46·7	−16 37	*vF, vS,* [illegible]
6908	20 19·1	−25 7	*cF, vS, lE*	1334′	20 46·7	−16 39	*F, S*
1319′	20 20·3	−18 50	*pF, vS, R, r*	1335′	20 47·2	−16 42	*F, S,* [illegible]
6912	20 21·1	−18 56	*vF,* 2 *st* 14·15 *nf,* * 8 *f*	1336′	20 49·4	−18 25	*vF, S,* [illegible] *

Numm. des Herschel Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Herschel Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
10076	OΣ 3022	7·8	23h 26m·1	+57° 55′	21	h 1004	9	0h 6m·2	+51° 32′
10089	Σ 499	7	23 28·5	+66 51	22	Σ 7	8·9	0 6·2	+55 24
10093	h 1892	10	23 29·4	+59 13	—	β 254	8	0 6·3	+59 13
10114	h 1895	11	23 32·3	+56 1	26	OΣ 1	7	0 6·6	+65 31
10128	h 1896	6	23 34·2	+61 33	—	β 1026	8·1	0 6·8	+53 4
10132	OΣ 502	7	23 35·1	+63 11	29	h 1005	11·12	0 7·7	+51 3
10135	h 1899	9	23 35·6	+54 40	34	Σ 9	8·9	0 8·5	+49 0
10144	h 1901	10	23 36·6	+54 40	36	h 1006	12	0 8·6	+62 49
10148	h 1902	10	23 37·2	+59 12	40	Σ 10	8	0 9·4	+62 17
10151	h 1904	10	23 37·4	+59 12	43	h 1008	8	0 9·8	+59 13
10156	h 1906	10	23 38·4	+62 0	53	h 1010	9·10	0 11·0	+60 33
10168	OΣ² 248	7	23 41·0	+50 7	54	h 1011	10	0 11·2	+56 47
10170	Σ 3037	8	23 41·2	+59 55	58	Σ 16	8	0 11·4	+54 6
10171	Σ 3038	8·9	23 41·2	+62 6	57	Σ 18	8	0 11·4	+67 4
10178	h 1907	9·10	23 41·9	+62 2	—	β 392	6·0	0 11·6	+60 59
—	β 1152	9·2	23 43·2	+63 16	—	β 776	8·8	0 11·9	+50 2
10187	OΣ 508	5·6	23 43·9	+61 39	71	h 1012	10	0 13·3	+58 51
10191	h 1910	10	23 44·4	+55 14	74	h 1013	10·11	0 13·4	+58 50
10201	h 1912	10	23 46·5	+57 42	82	h 1952	9	0 14·4	+69 20
—	β 1153	9·7	23 47·7	+60 9	86	h 1016	10	0 14·7	+54 51
10210	h 1914	13	23 47·8	+55 15	90	h 1018	11	0 15·3	+67 6
10212	OΣ 511	7	23 48·1	+60 9	91	h 1019	10	0 15·5	+59 30
10217	OΣ² 251	7	23 48·5	+55 58	93	Σ 26	8	0 15·9	+66 26
10232	h 1918	11	23 50·5	+57 19	96	OΣ 7	7·8	0 16·0	+65 55
—	β 1224	6·6	23 51·8	+55 17	106	h 1022	10	0 17·9	+51 11
10241	h 1921	11	23 52·0	+56 10	109	h 1023	11	0 18·5	+60 38
10242	OΣ 512	7	23 52·2	+60 29	112	h 1024	10	0 19·2	+61 51
10244	*Demb* 12	—	23 52·6	+60 30	121	h 1026	11	0 20·6	+66 13
10245	h 1922	9·10	23 52·6	+63 45	—	β 778	9·5	0 20·8	+51 17
10247	β 280	8·7	23 52·8	+56 50	123	OΣ 9	7	0 20·8	+56 14
10254	Σ 3049	6	23 53·9	+54 13	—	β 1056	9·2	0 21·1	+63 53
10261	h 1923	12	23 55·3	+50 10	127	Σ 30	7	0 21·8	+49 34
10267	h 1925	10	23 56·2	+55 32	—	β 1157	8·4	0 23·6	+63 42
10266	OΣ² 254	6	23 56·2	+59 49	143	h 1973	8	0 24·3	+71 58
—	β 482	8·5	23 56·7	+62 46	—	β 1094	5·7	0 24·7	+59 26
10278	h 1926	8	23 58·0	+56 50	—	β 107	9	0 25·6	+62 48
10280	h 1928	10·11	23 58·1	+60 21	154	h 1028	11	0 25·8	+64 26
10284	h 1930	10	23 58·7	+60 18	—	β 1226	8·5	0 26·0	+57 36
10287	h 1931	8	23 59·0	+49 30	162	OΣ 12	6	0 26·2	+53 58
10288	*hH* 813	—	23 59·1	+61 44	155	Σ 34	8·9	0 26·2	+77 33
10292	Σ 3057	7·8	23 59·8	+57 59	—	β 1227	7·3	0 26·8	+57 48
10293	h 1933	10	23 59·9	+62 49	172	Σ 30	4·5	0 27·3	+62 23
10301	h 1934	-	0 0·9	+57 54	175	h 1033	11	0 27·4	+62 44
10304	Σ 3062	7·8	0 1·0	+57 53	181	h 1985	10	0 28·6	+48 18
10307	h 1935	9	0 2·5	+56 50	—	β 108	7·5	0 28·8	+62 22
10310	h 3241	10	0 2·6	+56 50	182	h 1983	8·9	0 28·8	+71 57
10314	h 1936	10	0 3·0	+61 44	188	h 1035	11	0 29·1	+60 3
3	Σ′ 2	2·3	0 3·7	+58 36	196	Σ 38	8·9	0 29·8	+58 7
—	β 253	8·5	0 5·1	+57 58	201	h 1037	10·11	0 30·2	+65 18
18	h 1003	9	0 5·8	+57 21	203	h 1038	11	0 30·4	+63 10

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.
$\Delta\alpha$ in Secunden $\Delta\delta$ in Minuten.

δ / α	0°	−10°	−20°	−30°	α	
20h 0m	+31s	+33s	+35s	+38s	20h 0m	+1'·6
20 30	31	33	35	37	20 30	+2·0
21 0	31	33	34	37	21 0	+2·3
21 30	31	32	34	36	21 30	+2·6
22 0	31	32	33	36	22 0	+2·9

Cassiopea. Sternbild des Ptolemäus am nördlichen Himmel. Seine Grenzen sind wie folgt angenommen worden: Vom Punkte **22h 40m AR** und + 56° 0' Deklination führt eine gerade Linie nach 23h 20m und + 64°. Nun bildet die Grenze: der Parallel bis 0h 0m, dann der Stundenkreis bis + 70°, wiederum der Parallel bis 0h 24m, der Stundenkreis bis + 77°. Die nördliche Grenze verläuft auf diesem Parallel bis 3h 0m, hierauf folgt der Stundenkreis südwärts bis + 57°, der Parallel rückwärts bis 1h 10m, der Stundenkreis bis + 50° und der Parallel bis 1h 0m. Nun folgt ein Bogen, welcher südlich bis über den Punkt 0h 36m + 46° 0' führt uud im Punkte 23h 40m + 50° 0' endigt. Von hier geht es in gerader Linie nach 23h 20m + 52° 0', sodann im Stundenkreis bis + 53° und endlich wiederum geradlinig nach dem Anfangspunkt zurück.

Heis verzeichnet als mit blossem Auge sichtbare Sterne: 2 Sterne 2ter Grösse, 2 Sterne 3ter Grösse, 6 Sterne 4ter Grösse, 21 Sterne 5ter Grösse, 93 Sterne 6ter bis 7ter Grösse, im Ganzen also 124 Sterne, wozu noch 2 Veränderliche kommen.

Cassiopea grenzt im Norden und Westen an Cepheus, im Osten an Camelopardalus, im Süden und Südwesten an Perseus, Andromeda und Lacerta.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9746	h 1807	7·8	22h 42m·2	+57° 33'	9965	h 1861	10·11	23h 10m·7	+54° [illegible]
9751	h 1810	8	22 42·9	+57 33	—	β 853	8·7	23 12·5	+61 [illegible]
9800	Σ 2953	7·8	22 46·8	+60 23	9996	h 1868	10	23 14·5	[illegible]
9785	h 1824	9·10	22 47·1	+56 40	—	β 229	8	23 15·3	[illegible]
9811	h 1830	10	22 50·1	+55 8	—	β 278	6·5	23 16·2	[illegible]
—	β 848	8·4	22 50·8	+57 50	10008	h 3186	9	23 16·6	[illegible]
9871	OΣ 485	7	22 58·4	+54 42	10016	h 1875	10	23 17·5	[illegible]
9873	h 1843	11	22 58·5	+56 46	10026	OΣ 495	7	23 19·5	[illegible]
9879	OΣ 486	7	22 59·2	+59 53	10028	h H 796	—	23 19·6	[illegible]
9882	h 1845	9	22 59·7	+60 18	10032	S.C C.838	—	23 20·4	+61 [illegible]
9896	h 1847	11	23 1·2	+57 52	10048	h 1880	10	23 22·2	[illegible]
9903	h 3172	10	23 2·1	+54 20	10047	h 1879	10	23 22·2	[illegible]
—	β 180	7·5	23 3·0	+60 17	10049	h 1881	10	23 22·5	[illegible]
9911	h 1850	11	23 3·0	+55 38	—	β 1449	9·4	23 25·1	[illegible]
9929	OΣ 489	—	23 4·5	+58 48	10069	h 1886	7	23 25·2	[illegible]
9933	OΣ 490	7	23 5·8	+56 54	10070	h 1887	11	23 25·3	[illegible]
9937	h 3175	9·10	23 6·2	+53 32	10071	h 1888	6	23 25·4	[illegible]
9951	h 1856	10·11	23 8·2	+55 12	—	β 1151	9·7	23 26·0	+57 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α	δ
			1900·0	
10076	*O*Σ 3022	7·8	$23^h 26^m{\cdot}1$	+57° 55′
10089	Σ 499	7	23 28·5	+66 51
10093	*h* 1892	10	23 29·4	+59 13
10114	*h* 1895	11	23 32·3	+56 1
10128	*h* 1896	6	23 34·2	+61 33
10132	*O*Σ 502	7	23 35·1	+63 11
10135	*h* 1899	9	23 35·6	+54 40
10144	*h* 1901	10	23 36·6	+54 40
10148	*h* 1902	10	23 37·2	+59 12
10151	*h* 1904	10	23 37·4	+59 12
10156	*h* 1906	10	23 38·4	+62 0
10168	$O\Sigma^2$ 248	7	23 41·0	+50 7
10170	Σ 3037	8	23 41·2	+59 55
10171	Σ 3038	8·9	23 41·2	+62 6
10178	*h* 1907	9·10	23 41·9	+62 2
—	β 1152	9·2	23 43·2	+63 16
10187	*O*Σ 508	5·6	23 43·9	+61 39
10191	*h* 1910	10	23 44·4	+55 14
10201	*h* 1912	10	23 46·5	+57 42
—	β 1153	9·7	23 47·7	+60 9
10210	*h* 1914	13	23 47·8	+55 15
10212	*O*Σ 511	7	23 48·1	+60 9
10217	$O\Sigma^2$ 251	7	23 48·5	+55 58
10232	*h* 1918	11	23 50·5	+57 19
—	β 1224	6·6	23 51·8	+55 17
10241	*h* 1921	11	23 52·0	+56 10
10242	*O*Σ 512	7	23 52·2	+60 29
10244	*Demb* 12	—	23 52·6	+60 30
10245	*h* 1922	9·10	23 52·6	+63 45
10247	β 280	8·7	23 52·8	+56 50
10254	Σ 3049	6	23 53·9	+54 13
10261	*h* 1923	12	23 55·3	+50 10
10267	*h* 1925	10	23 56·2	+55 32
10266	$O\Sigma^2$ 254	6	23 56·2	+59 49
—	β 482	8·5	23 56·7	+62 46
10278	*h* 1926	8	23 58·0	+56 50
10280	*h* 1928	10·11	23 58·1	+60 21
10284	*h* 1930	10	23 58·7	+60 18
10287	*h* 1931	8	23 59·0	+49 30
10288	*h H* 813	—	23 59·1	+61 44
10292	Σ 3057	7·8	23 59·8	+57 59
10293	*h* 1933	10	23 59·9	+62 49
10301	*h* 1934	—	0 0·9	+57 54
10304	Σ 3062	7·8	0 1·0	+57 53
10307	*h* 1935	9	0 2·5	+56 50
10310	*h* 3241	10	0 2·6	+56 50
10314	*h* 1936	10	0 3·0	+61 44
3	Σ′ 2	2·3	0 3·7	+58 36
—	β 253	8·5	0 5·1	+57 58
18	*h* 1003	9	0 5·8	+57 21
21	*h* 1004	9	$0^h\ 6^m{\cdot}2$	+51° 32′
22	Σ 7	8·9	0 6·2	+55 24
—	β 254	8	0 6·3	+59 13
26	*O*Σ 1	7	0 6·6	+65 31
—	β 1026	8·1	0 6·8	+53 4
29	*h* 1005	11·12	0 7·7	+51 3
34	Σ 9	8·9	0 8·5	+49 0
36	*h* 1006	12	0 8·6	+62 49
40	Σ 10	8	0 9·4	+62 17
43	*h* 1008	8	0 9·8	+59 13
53	*h* 1010	9·10	0 11·0	+60 33
54	*h* 1011	10	0 11·2	+56 47
58	Σ 16	8	0 11·4	+54 6
57	Σ 18	8	0 11·4	+67 4
—	β 392	6·0	0 11·6	+60 59
—	β 776	8·8	0 11·9	+50 2
71	*h* 1012	10	0 13·3	+58 51
74	*h* 1013	10·11	0 13·4	+58 50
82	*h* 1952	9	0 14·4	+69 20
86	*h* 1016	10	0 14·7	+54 51
90	*h* 1018	11	0 15·3	+67 6
91	*h* 1019	10	0 15·5	+59 30
93	Σ 26	8	0 15·9	+66 26
96	*O*Σ 7	7·8	0 16·0	+65 55
106	*h* 1022	10	0 17·9	+51 11
109	*h* 1023	11	0 18·5	+60 38
112	*h* 1024	10	0 19·2	+61 51
121	*h* 1026	11	0 20·6	+66 13
—	β 778	9·5	0 20·8	+51 17
123	*O*Σ 9	7	0 20·8	+56 14
—	β 1056	9·2	0 21·1	+63 53
127	Σ 30	7	0 21·8	+49 34
—	β 1157	8·4	0 23·6	+63 42
143	*h* 1973	8	0 24·3	+71 58
—	β 1094	5·7	0 24·7	+59 26
—	β 107	9	0 25·6	+62 48
154	*h* 1028	11	0 25·8	+64 26
—	β 1226	8·5	0 26·0	+57 36
162	*O*Σ 12	6	0 26·2	+53 58
155	Σ 34	8·9	0 26·2	+77 33
—	β 1227	7·3	0 26·8	+57 48
172	Σ 30	4·5	0 27·3	+62 23
175	*h* 1033	11	0 27·4	+62 44
184	*h* 1985	10	0 28·6	+48 18
—	β 108	7·5	0 28·8	+62 22
182	*h* 1983	8·9	0 28·8	+71 57
188	*h* 1035	11	0 29·1	+60 3
196	Σ 38	8·9	0 29·8	+58 7
201	*h* 1037	10·11	0 30·2	+65 18
203	*h* 1038	11	0 30·4	+63 10

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 1096	9·5	0h 30m·8	+57° 58′	346	h 1063	10·11	0h 55m·1	+61° 56′
208	Σ 43	8·9	0 31·1	+59 58	349	h 2008	13	0 55·6	+53 7
—	β 1097	8·4	0 31·6	+57 28	339	h 2006	10	0 55·6	+75 16
209	h 1989	8	0 31·7	+53 21	—	β 1161	6·9	0 57·0	+51 15
214	h 1040	11·12	0 32·8	+65 14	—	β 396	6·0	0 57·4	+60 32
213	OΣ² 5	7	0 33·1	+76 18	368	h 1070	11	1 0·2	+61 39
216	Σ 45	7	0 33·2	+46 24	367	h 1066	9	1 0·2	+62 8
218	h 1041	5·6	0 33·6	+48 48	380	S. C. C. 39	—	1 0·9	+54 28
219	h 1042	10	0 33·8	+59 29	376	β 1069	10·11	1 1·1	+69 29
220	h 1043	11	0 33·8	+60 31	383	σ 26	—	1 1·2	+52 55
—	β 257	8	0 34·7	+46 43	399	h 2019	12·13	1 3·5	+52 24
225	Σ 45	2·5	0 34·8	+55 49	397	h H 25	—	1 3·9	+68 15
234	h 1045	11	0 36·2	+63 3	404	OΣ 23	7	1 4·2	+51 14
232	Σ 48	5	0 36·4	+70 49	—	β 235	7	1 4·6	+50 28
240	Σ 50	8	0 37·5	+76 39	407	OΣ 24	7	1 4·6	+50 28
243	h 1046	9·10	0 37·6	+61 14	410	Σ′ 90	6	1 5·1	+64 30
245	h 1047	11	0 37·8	+63 38	416	Σ 96	7·8	1 6·1	+64 28
241	h 1994	10	0 37·9	+73 10	414	h 2022	10	1 6·1	+71 4
234	h 1996	—	0 38·8	+52 4	422	Σ 97	8·9	1 6·4	+50 59
248	Σ 50	6·6	0 39·0	+74 26	424	h 2025	9·10	1 6·5	+52 38
—	β 231	5·5	0 39·1	+47 44	—	β 258	7	1 6·7	+61 10
259	h 1049	10	0 39·1	+50 13	—	β 1100	7·4	1 8·3	+60 24
—	β 492	6	0 39·6	+54 40	432	h 1074	10	1 8·3	+62 38
—	β 493	9	0 40·4	+50 33	433	h 2028	8·9	1 8·9	+73 30
270	h 1052	10·11	0 40·5	+64 47	443	h 2030	9	1 10·0	+53 13
268	Σ 57	9	0 40·6	+72 7	440	h 1075	10·11	1 10·5	+67 36
278	Σ′ 57	8·0	0 41·7	+50 33	—	β 3	8	1 10·9	+55 58
281	Σ 59	8	0 42·3	+50 54	450	Σ 105 I	8	1 12·2	+65 38
280	h 1997	10	0 42·5	+75 5	448	h 2032	11	1 12·2	+70 47
283	Σ 60	4	0 42·8	+57 18	455	Σ 105 II	9	1 12·4	+65 37
287	h 1053	10·11	0 43·6	+60 38	458	S. C. C. 49	—	1 12·9	+58 16
288	h 1054	9	0 43·7	+60 13	460	Σ 109	8·9	1 13·5	+63 22
291	h 1999	9·10	0 44·6	+69 37	465	H h 30	—	1 13·8	+57 32
—	β 232	8	0 44·7	+50 5	466	Σ′ 106	6·0	1 14·4	+64 8
—	β 781	8·1	0 45·2	+68 26	—	β 782	8·0	1 14·5	+55 41
301	h 1055	10	0 46·4	+64 15	477	Σ 114	7	1 16·5	+72 19
298	Σ 65	8	0 46·4	+68 19	479	Σ 115	7·8	1 16·9	+67 37
—	β 1	7·7	0 46·9	+56 5	490	β 1101	4·5	1 18·8	+67 36
—	β 497	6·0	0 47·1	+60 34	495	Σ′ 112	3·0	1 20·2	+59 47
308	Σ 70	7·8	0 48·0	+52 9	507	Σ 121	8·8	1 20·8	+63 57
—	β 1098	6·0	0 49·0	+58 25	504	h 2045	8	1 20·8	+73 41
323	S. C. C. 33	—	0 50·6	+60 11	—	β 1102	8·5	1 20·9	+53 46
—	β 1099	6·1	0 50·7	+59 49	513	h 1080	11	1 22·9	+70 25
324	h 1056	10	0 50·7	+61 19	527	Σ 128	8	1 25·0	+60 12
—	β 1028	2·0	0 50·7	+60 10	534	h 1082	10	1 25·9	+62 40
—	β 499	2·0	0 50·7	+60 10	531	h 2048	9·10	1 25·9	+72 21
330	h 1058	10·11	0 52·2	+49 41	532	h 2049	9·10	1 26·1	+72 22
331	h 2003	10	0 52·5	+53 53	536	Σ 131	5	1 26·6	+60 11
333	h 1059	10	0 53·4	+65 8	538	Σ 130	8	1 27·4	+63 23
336	h 1061	10	0 53·7	+66 45	547	h 1087	10	1 28·8	+60 46

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
556	h 1084	9	1h 30m·0	+66° 47′	762	h 1103	10	1h 59m·2	+63° 41′
553	h 2053	8	1 30·2	+72 5	777	h 1105	9·0	2 1·5	+58 29
554	h 2054	(9)	1 30·4	+72 32	776	h 1104	11	2 1·7	+68 20
557	h 2055	10	1 30·5	+72 32	781	h 1106	10	2 2·1	+63 13
564	OΣ 33	7	1 30·6	+58 9	782	h 1107	10	2 3·5	+72 28
567	h 1085	9·10	1 31·7	+63 12	789	Σ 216	8	2 4·0	+61 52
572	h 2062	11	1 32·4	+57 16	790	h 1108	10·11	2 4·2	+64 1
578	h 1086	11	1 34·0	+68 37	788	h 2113	9	2 4·5	+70 48
—	β 783	8·5	1 34·0	+74 2	800	h 1110	12	2 6·0	+68 4
585	h 2065	10	1 36·3	+76 52	807	S. C. C. 88	—	2 6·6	+66 3
—	β 1103	6·2	1 36·5	+60 2	810	h 1111	10·11	2 6·9	+63 47
597	h 1088	7	1 36·5	+58 8	816	Σ 230	7	2 7·8	+58 1
598	h 2068	11·12	1 37·5	+71 18	817	h 2118	9·10	2 9·2	+72 56
602	h 1089	9	1 37·9	+71 11	824	h 1112	10	2 10·0	+67 0
605	h 1090	11	1 38·0	+71 17	827	Σ 234	8	2 10·1	+60 54
617	Σ 148	8·9	1 39·0	+65 19	837	σ 65	—	2 11·0	+57 3
619	Σ 152	8	1 39·4	+60 56	—	β 1170	6·2	2 11·0	+57 4
620	Σ 151	8·9	1 39·5	+60 34	835	h 1113	10	2 11·2	+66 0
614	h 2075	9·10	1 39·5	+74 58	825	Σ 233	8	2 11·3	+75 55
625	Σ 153	8	1 39·7	+60 45	846	OΣ² 26	7	2 12·4	+49 38
632	Σ 156	11	1 41·2	+59 52	841	h 2122	9·10	2 12·6	+71 54
636	h 1091	8·9	1 41·7	+61 20	848	h 2123	9	2 13·7	+73 1
639	h 1092	13	1 42·4	+69 0	853	Σ 241	8	2 14·0	+73 39
648	h 2083	9·10	1 43·0	+74 43	862	h 2124	10	2 15·0	+71 51
655	Σ 163	6	1 44·0	+64 21	865	h 2125	9·10	2 16·2	+74 10
663	Σ 167	8·9	1 44·8	+66 0	881	Σ 252	8·9	2 16·9	+66 24
664	Σ 168	8·9	1 44·9	+66 16	877	h 2129	10	2 17·9	+76 52
668	h 1093	10	1 45·0	+58 9	893	Σ′ 229	8·0	2 18·2	+59 34
667	Σ 169	8·9	1 45·6	+69 33	872	Σ 257	7 8	2 18·2	+61 6
665	Σ 170	7	1 46·1	+75 44	888	h 2132	9·10	2 18·6	+72 19
679	Σ′ 161	3·3	1 47·1	+63 11	885	h 2131	10	2 18·9	+72 12
696	Σ 182	7	1 49·3	+60 48	899	h 1117	7·8	2 19·4	+63 55
695	h 1095	11	1 49·9	+69 51	894	h 1116	9·10	2 19·6	+71 21
698	h 2094	9	1 50·3	+58 53	895	h 2133	9·10	2 19·8	+72 38
715	h 1098	10	1 51·9	+59 41	906	Σ 262	4	2 20·8	+66 59
708	Σ 184	8	1 52·3	+73 31	913	Σ 263	8·9	2 21·9	+60 12
716	Σ 188	8·9	1 52·3	+62 26	914	Σ 264	8	2 22·1	+60 12
718	h 1100	5·6	1 52·4	+63 48	929	h 1118	11	2 25·7	+66 14
717	h 1099	10	1 52·8	+70 0	932	Σ 272	8	2 25·8	+58 1
710	Σ 185	8	1 52·8	+75 1	933	h 2143	9·10	2 26·3	+57 5
—	β 513	5	1 53·7	+70 25	935	h 1119	10·11	2 27·7	+70 5
725	Σ 191	6·7	1 54·2	+73 22	951	Σ 277	8	2 29·4	+59 27
731	Σ 193	8·4	1 54·2	+60 2	949	Σ 278	8	2 30·0	+68 52
726	σ 49	—	1 54·9	+76 48	957	OΣ² 28	6·7	2 31·1	+62 10
727	Hh 46	—	1 54·9	+76 48	950	h 2146	10	2 31·5	+76 24
—	β 785	6·0	1 55·9	+75 38	963	Σ 282	5	2 32·7	+65 13
742	h 1101	10	1 56·3	+63 38	965	Σ 283	8·9	2 32·8	+61 4
748	h 1102	11	1 57·2	+62 14	968	Σ 284	8	2 33·0	+60 51
747	Σ 199	8	1 57·5	+67 12	978	h 1121	11	2 34·8	+68 21
754	Σ 204	8·9	1 58·8	+69 28	979	h 2151	6·7	2 36·0	+75 0

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
991	h 1122	8·9	$2^h 36^m·3$	+63° 45′	1044	Σ 312	7	$2^h 46^m·1$	+72° 29
996	h 1125	9·10	2 37·3	+77 54	1056	h 1128	10	2 47·7	+69 29
1012	h 1127	10·11	2 39·0	+69 54	1067	Σ 321	8·9	2 48·5	+58 27
1016	Σ 298	8	2 40·4	+72 29	1065	Σ 312	8	2 48·9	+68 48
1014	h 2156	9·10	2 40·5	+75 37	1088	OΣ² 31	7·8	2 53·0	+59 17
1028	Σ 302	8	2 41·7	+64 13	1086	h 2164	8·9	2 54·1	+70 15
1033	h Mm 763	—	2 42·8	+59 58	1087	h 2165	10	2 55·2	+75 24
1035	h Mm 764	—	2 42·9	+59 53	1094	h 2166	8·9	2 56·1	+76 24
1037	Σ 306 I	7	2 43·4	+60 0	1099	h 1129	9	2 56·2	+69 49
1038	Σ 306 II	8·9	2 43·5	+60 0					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7654	$23^h 19^m·8$	+61° 3′	*Cl, L, Ri, m C M, R, st* 9 . . . 13
7789	23 52·0	+56 10	*Cl, v L, v Ri, v m C, st* 11 . . . 18
7790	23 52·0	+60 40	*Cl, p Ri, p C*
7795	23 53·6	+59 28	*Cl, v L, P, lC, st* 7, 10 . . .
7801	23 55·3	+50 10	*Cl, pRi, pC, st* 9 . . . .
103	0 19·8	+60 47	*Cl, pS, pC, st* 11 . . . 18
129	0 24·3	+59 40	*Cl, v L, pR, lC, st* 9 . . . 13
133	0 25·6	+62 48	*Cl, pL, st* 10 . . ., *D** *inv*
136	0 25·9	+60 58	⊕, *v F, S, e C*
146	0 27·5	+62 44	*Cl, pL, lC, st* 11—12, *D**
185	0 33·4	+47 47	*pB, v L, i R, vgmbM, r*
189	0 33·8	+60 31	*Cl, pL, R, st* 11 . . . 15
225	0 37·6	+61 14	*Cl, L, lC, st* 9 . . . 10
278	0 46·4	+47 1	*c B, p L, R,* 2 *st* 10 *nr*
281	0 47·4	+56 3	*F, v L, dif, C, dreif** am *np* Ende
59′	0 51·4 ±	+60 33	*pF, eL l, (nf γ Cassiop.)*
63′	0 54·2	+60 18	*p F, e L l,* mit 59′ verbunden
358	0 58·9	+61 30	*Cl, vL, Ri*
366	$1^h 0^m·2$	+61° 39′	*Cl, S*
381	1 2·1	+61 3	*Cl, p C*
433	1 8·9	+59 36	*Cl, S, lC*
436	1 9·3	+58 17	*Cl, S, i F, p C*
457	1 12·8	+57 48	*Cl, L, B, p Ri, st* 7, 8, 10
559	1 22·8	+62 47	*Cl, B, p L, p Ri*
581	1 26·6	+60 11	*Cl, p L, B, R, Ri, st* 10 . . 11
609	1 30·3	+64 2	*Cl, S, p Ri, st* 14 . .
637	1 34·9	+63 32	*Cl, p S, B* und *v F st*
654	1 37·2	+61 23	*Cl, iF, Ri,* * 6·7, *st* 11 . . 14
659	1 37·4	+60 12	*Cl, l Ri, st F*
663	1 39·2	+60 45	*Cl, B, L, c Ri, st p l*
155′	1 40·7	+59 17	*v F, v L, dif*
166′	1 45·6	+61 20	*S, Cl, neb*
744	1 51·9	+54 59	*Cl,* nicht *Ri, D**
771	1 54·9	+71 57	*neb* * vermuthet (50 *Cassiop.*)
886	2 15·8	+63 19	*Cl, L, lC, st, st* 9 . . . 13
896	2 18·0	+61 30	*e F, p L, i F*
957	2 26·3	+57 5	*Cl, p L, p Ri, st* 13 . . . 15
1027	2 35·0	+61 7	*Cl, L, st st,* * 10 *m*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
V Cassiopeae	$23^h 7^m 22^s$	+59° 8′·4	7·1—8·0	12·4	1893 Nov. 28 + [illegible] *E*
R „	23 53 19	+50 49·9	4·8—7·0	9·7—12	1854 Juli 4 + 429d·5 *E* + 25 *sin* (15° *E*)
T „	0 17 49	+55 14·3	7·0—8·0	11·0—12·0	1871 März 31 + 445d *E*, periodisch ungleichmässig
B „	0 19 15	+63 35·5	> 1	?	Neuer Stern vom Jahre 1572

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
α Cassiopeae	0h 34m 50s	+55° 59′·3	2·2	2·8	irregulär
U „	0 40 46	+47 42·6	8·0—8·8	< 15	1886 Dec. 12 + 276d·0 *E*
W „	0 48 59	+58 0·9	8·6	11·4	1887 Oct. 15 + 314d *E*?
S „	1 12 18	+72 5·1	6·7—8·6	< 13·5	1863 März 18 + 610d·3 *E* + 50 *sin* (10° *E* + 50°)

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	22h 48m 28s	+55° 59′·4	7·7	*O R*
2	22 53 37	+55 31·0	9·2	*O R*
3	22 56 17	+56 1·9	9·1	*R*
4	23 0 8	+55 55·1	7·7	*O R*
5	23 4 35	+55 27·6	8·7	*O R'*
6	23 19 10	+59 55·5	8·7	*R*
7	23 19 23	+58 37·5	9·0	*R R*
8	23 19 49	+61 2·3	8·4	*O R''*
9	23 20 24	+61 44·0	5·3	*O*
10	23 21 42	+52 36·9	7·8	*O R'*
11	23 39 57	+55 54·1	8·6	*O R*
12	23 49 25	+56 56·2	5·0	*G*
13	23 53 19	+50 49·9	*var*	*R R*, *R* Cass.
14	23 53 57	+62 19·6	–	*R*
15	23 56 10	+59 48·0	7·8	*R*
16	23 57 28	+65 32·6	6·3	*G R*
17	0 4 11	+63 23·9	8·7	*R*
18	0 7 29	+56 40·3	7·8	*O R'*
19	0 9 38	+65 33·6	8·7	*G R*
20	0 17 49	+55 14·3	*var*	*R*, *T* Cass.
21	0 29 43	+67 22·5	6·8	*O R*
22	0 31 55	+67 6·0	7·3	*G R*
23	0 33 9	+62 17·7	8·7	*O R*
24	0 34 50	+55 59·3	*var*	*G*, α Cass.
25	0 40 46	+47 42·6	*var*	*O R'*, *U* Cass.
26	0 43 25	+56 31·8	7·3	*O R'*
27	0 45 17	+61 15·7	6·2	*O R'*
28	0 46 24	+59 10·9	8·8	*R*
29	0 46 56	+69 24·7	7·5	*O*
30	0 48 59	+58 1·2	9·5	*R R*
31	0 51 20	+48 9·7	9·2	*R*
32	0 51 41	+67 9·4	8·8	*R'*
33	0 51 53	+62 17·1	9·1	*O R*
34	0 54 55	+56 4·4	9·1	*O R*
35	0 57 26	+74 18·6	8·9	*R*
36	0 57 57	+62 11·2	9·0	*R''*
37	0h 58m 59s	+52° 41′·2	9·0	*O R*
38	1 0 3	+52 54·3	10	*R*
39	1 0 37	+55 53·9	9·4	R^2
40	1 1 11	+52 57·8	6·3	*O R'*
41	1 1 34	+62 7·2	8·3	*O R'*
42	1 11 33	+57 16·6	7·0	*O R'*
43	1 12 18	+72 5·1	*var*	*O R*, *S* Cass.
44	1 13 36	+57 47·0	8·8	*R*
45	1 14 7	+64 33·5	8·0	R^2
46	1 14 22	+64 8·9	6·6	*R'*
47	1 15 31	+62 16·9	8·5	*O R'*
48	1 16 27	+60 39·1	9·0	*O R*
49	1 20 43	+65 33·5	7·0	*O R'*
50	1 26 51	+60 7·7	9·0	*R*
51	1 26 52	+61 2·7	8·7	*O R'*
52	1 27 31	+57 15·8	9·2	*R R*
53	1 30 52	+58 7·7	9·2	*R'*
54	1 31 2	+62 17·1	9·1	*R*
55	1 40 28	+60 37·9	9·0	*O R'*
56	1 48 31	+69 42·9	8·0	*O R*
57	1 48 38	+75 53·3	8·0	*R'*
58	1 51 16	+75 28·1	7·2	*R'*
59	1 51 34	+58 46·9	8·6	*R*
60	2 7 1	+66 1·8	8·7	*O*
61	2 8 25	+62 46·2	7·0	*R'*
62	2 10 37	+63 24·9	9·5	*R*
63	2 12 26	+59 33·1	6·7	*G*
64	2 12 57	+63 24·8	7·8	*O R'*
65	2 13 8	+59 12·7	8·8	*R*
66	2 29 27	+65 18·6	6·1	*O*
67	2 32 18	+59 9·7	9·5	*R*
68	2 33 47	+59 17·1	8·2	*R R*
69	2 43 35	+57 26·2	8·9	*R*
70	2 44 15	+57 54·1	6·2	*G*
71	2 48 9	+63 55·6	6·5	*O R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	+45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	α	Δδ
22ʰ 30ᵐ	+26ˢ	+25ˢ	+24ˢ	+22ˢ	+20ˢ	+17ˢ	+12ˢ	+ 2	22ʰ 30ᵐ	+3'1
23 0	27	27	26	25	24	22	18	11	23 0	+3·2
23 30	29	29	29	28	27	26	25	21	23 30	+3·3
0 0	31	31	31	31	31	31	31	31	0 0	+3·4
0 30	33	33	33	34	35	36	37	41	0 30	+3·3
1 0	35	35	36	37	38	40	44	51	1 0	+3·2
1 30	36	37	38	40	42	45	50	60	1 30	+3·1
2 0	37	39	41	43	45	50	56	69	2 0	+2·9
2 30	39	41	43	45	48	54	61	77	2 30	+2·6
3 0	41	42	45	47	51	58	67	85	3 0	+2·3

Centaurus. (Der Centaur). Das ganz am südlichen Himmel liegende Sternbild des PTOLEMÄUS ist bekannt durch seinen hellsten Stern, *α Centauri*, welcher bis jetzt von allen Fixsternen die grösste Parallaxe aufweist. Das Licht braucht von ihm zur Erde rund 4 Jahre.

Die Grenzen sind nach der »Uranometria Argentina« die folgenden;

Vom Punkte 11ʰ 0ᵐ AR und — 35° Deklination an Parallel bis 12ʰ 0ᵐ, schräge Linie nach Punkt 12ʰ 50ᵐ — 29° 30', Parallel bis 14ʰ 50ᵐ, Stundenkreis bis — 42°, Parallel rückwärts bis 14ʰ 10ᵐ, Stundenkreis bis — 55°, Parallel bis 14ʰ 32ᵐ, Stundenkreis bis — 64°, Parallel rückwärts bis 12ʰ 50ᵐ, Stundenkreis bis — 55°, Parallel bis 11ʰ 50ᵐ, Stundenkreis bis — 64°, Parallel bis 11ʰ 15ᵐ Stundenkreis bis — 56° 30', Parallel bis 11ʰ 0ᵐ und endlich Stundenkreis bis — 35°.

In der Uranometria sind enthalten: 2 Sterne 1ter Grösse, 3 Sterne 2ter Grösse, 7 Sterne 3ter Grösse, 14 Sterne 4ter Grösse, 30 Sterne 5ter Grösse, 103 Sterne 6ter Grösse, zusammen 159 Sterne, ausserdem 6 Sternhaufen.

Centaurus grenzt im Osten an Lupus und Circinus, im Süden an Circinus, Crux und Musca, im Westen an Argo und Antlia, und im Norden an Hydra.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4843	*h* 4417	9	11ʰ 9ᵐ·0	—54° 53'	4937	*h* 4441	9	11ʰ 25ᵐ·1	—53° [illegible]
4856	*h* 4421	6	11 11·2	—47 23	4938	Δ 110	8	11 25·3	—53 [illegible]
4859	*h* 4423	9	11 11·8	—45 20	4940	*h* 4442	9	11 25·4	[illegible]
4871	Δ 106	7	11 14·6	—37 28	4950	*h* 4444	10	11 26·6	[illegible]
4888	*h* 4426	7	11 16·8	—43 1	4956	*h* 4445	7	11 27·1	[illegible]
4895	*h* 4431	10	11 17·6	—54 29	4955	*h* 4446	10	11 27·2	—51 [illegible]
4897	Δ 108	7	11 18·2	—57 46	4958	*h* 4447	9	11 27·6	—63 [illegible]
4909	*Br.* 3574	—	11 20·4	—61 6	4961	*h* 4448	9	11 28·0	—43 [illegible]
4914	*h* 4434	9	11 21·9	—54 18	4967	*h* 4452	—	11 28·5	—63 [illegible]
4916	*h* 4435	9	11 22·2	—50 9	4966	*h* 4451	7	11 28·7	—43 [illegible]
4918	*h* 4436	9	11 22·3	—54 18	4971	*h* 4453	9	11 29·5	[illegible]
4921	*h* 4438	7	11 22·7	—39 20	4980	Δ 112	7	11 31·1	[illegible]
4925	Δ 109	6	11 23·7	—42 7	4990	*h* 4457	13	11 31·9	[illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4989	Δ 113	7	11^h 32^m·0	−38° 26′	5471	*h* 4563	7	12^h 55^m·6	−33° 5′
4995	*h* 4459	10	11 33·1	−48 21	5476	*h* 4564	9	12 56·8	−55 8
5008	*h* 4460	8	11 34·4	−57 11	5497	*h* 4567	5	13 0·5	−47 56
5010	Δ 114	7	11 34·8	−37 40	5499	Δ 128	5	13 1·1	−49 23
5017	*Br.* 3706	—	11 35·1	−62 55	5498	*h* 4568	9	13 1·2	−61 35
5020	*h* 4464	9	11 35·6	−42 36	5504	*h* 4569	8	13 1·9	−56 9
5029	*h* 4466	11	11 37·4	−58 25	5507	*h* 4570	9	13 2·2	−36 4
5034	*h* 4467	9	11 38·7	−46 33	5526	*h* 4571	7	13 6·0	−34 36
5061	*h* 4473	9	11 43·1	−48 28	5528	*h* 4572	9	13 6·2	−31 45
5065	*h* 4474	8	11 43·5	−53 35	5529	Δ 130	8	13 6·5	−53 13
5067	*h* 4475	10	11 44·1	−60 53	5533	*h* 4573	10	13 7·5	−55 45
5069	*h* 4476	9	11 44·5	−47 42	5541	*h* 4574	8	13 8·5	−31 43
5094	*h* 4479	9	11 48·3	−44 2	5546	*h* 4576	7	13 9·9	−56 32
5100	*h* 4480	9	11 49·6	−54 6	5549	*h* 4577	9	13 10·3	−59 17
5102	*h* 4480	9	11 50·0	−62 1	5555	*h* 4578	7	13 12·0	−36 29
5116	*h* 4482	8	11 52·8	−43 9	5561	*h* 4579	9	13 14·8	−63 31
5119	*h* 4484	6	11 53·2	−40 23	5563	Δ 134	—	13 15·0	−36 11
5123	*h* 4485	9	11 54·3	−41 46	5567	Δ 133	6	13 16·1	−60 27
5131	*h* 4487	9	11 55·1	−36 11	5569	Δ 135	8	13 16·3	−61 29
5151	*h* 4491	9	11 58·6	−43 33	5571	*h* 4580	8	13 17·0	−48 2
5152	*h* 4492	8	11 58·6	−54 9	5580	*h* 4583	5	13 18·8	−63 59
5165	*h* 4494	9	12 0·6	−49 17	5594	*h* 4587	10	13 20·6	−42 32
5170	*h* 4497	11	12 1·0	−47 12	5599	*h* 4588	6	13 21·1	−39 39
5172	*h* 4499	10	12 1·3	−36 20	5604	*h* 4589	8	13 23·0	−54 23
5173	*h* 4500	6	12 1·4	−37 18	5609	Δ 137	8	13 23·4	−62 30
5193	Δ 118	7	12 5·4	−37 18	5607	Δ 136	7	13 23·5	−38 54
5217	*h* 4507	8	12 7·6	−44 20	5612	*h* 4591	10	13 24·6	−60 25
5219	*R* 14	—	12 8·8	−45 10	5613	*h* 4592	7	13 24·8	−60 11
5241	*h* 4510	9	12 11·6	36 55	5615	*R* 17	—	13 25·3	−62 32
5248	*h* 4511	10	12 12·7	−54 57	5638	*h* 4595	10	13 29·4	−35 9
5281	Δ 121	7	12 18·6	−54 58	5645	*h* 4597	10	13 30·3	−30 7
5284	*h* 4518	8	12 18·8	−40 49	5663	*h* 4600	8	13 33·0	−48 30
5287	*h* 4520	9	12 19·1	−52 16	5664	Δ 139	—	13 33·3	−55 41
5314	*h* 4526	9	12 24·7	−52 39	5667	*h* 4601	9	13 33·3	−39 11
5339	*h* 4530	9	12 29·5	−46 43	5675	*h* 4602	9	13 34·1	−45 12
5344	*h* 4531	9	12 30·5	−51 39	5682	Δ 141	6	13 35·3	−54 3
5346	*h* 4532	10	12 30·7	−32 33	5683	*h* 4603	9	13 35·4	−50 8
5348	*h* 4533	6	12 30·8	−39 18	5692	*h* 4608	8	13 36·6	−33 29
5361	*h* 4536	9	12 33·8	−44 13	5693	Δ 142	7	13 37·2	−58 44
5370	*h* 4539	—	12 36·0	−48 25	5699	*h* 4609	9	13 37·6	−37 0
5390	*h* 4546	8	12 39·1	−52 12	5712	*h* 4611	10	13 39·9	−38 57
5414	*h* 4552	9	12 45·6	−46 19	5724	*h* 4612	5	13 41·1	−35 45
5417	*h* 4554	6	12 46·4	−30 32	5727	*h* 4613	9	13 41·6	−29 52
5424	*h* 4555	8	12 48·0	−42 32	5725	Δ 143	7	13 42·2	−61 36
5434	*h* 4557	9	12 49·6	−47 52	5730	*h* 4614	9	13 42·5	−42 39
5438	*h* 4558	9	12 50·4	−29 36	5731	*h* 4615	9	13 43·1	−57 34
5440	*h* 4559	9	12 50·9	−36 51	5734	Δ 144	8	13 43·3	−46 52
5449	*h* 4560	7	12 52·5	−38 23	5738	Δ 146	7	13 43·3	−40 1
5457	Δ 127	7	12 53·8	−55 22	5752	Δ 147	6	13 45·6	−52 19
5459	*h* 4562	9	12 53·8	−48 0	5756	*h* 4619	8	13 45·8	−48 22

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5757	Δ 148	6	13ʰ 46ᵐ·0	−32° 30′
5753	h 4618	9	13 46·1	−38 59
—	β 343	6·0	13 46·3	−31 7
5760	h 4620	11	13 46·8	−57 19
5772	Hh 428	—	13 47·4	−31 26
5771	h 4624	6	13 47·7	−46 38
5773	β 1108	6·0	13 47·7	−35 10
5775	Δ 149	7	13 48·1	−37 47
5774	h 4624	6	13 48·2	−50 12
5776	h 4625	9	13 48·3	−42 4
5780	h 4628	3	13 49·3	−46 48
5783	Δ 150	7	13 50·3	−57 8
5788	h 4633	7	13 50·6	−57 14
5790	h 4634	9	13 50·6	−55 33
5798	Δ 151	7	13 51·4	−55 36
5801	h 4636	10	13 51·7	−39 30
5809	h 4638	10	13 52·9	−46 44
5815	Δ 152	6	13 55·5	−45 8
—	β 1197	6·8	13 57·2	−31 12
5829	h 4643	7	13 58·8	−36 48
5831	Δ 154	7	13 59·4	−36 3
5828	h 4642	8	13 59·6	−62 59
5834	Δ 153	5·6	13 59·9	−40 42
5835	h 4645	9	14 0·5	−57 13
5837	h 4646	—	14 0·5	−47 51
5842	Δ 156	3	14 0·8	−35 52
5840	Δ 155	7	14 1·0	−53 13
5841	h 4647	10	14 1·1	−47 50
5845	h 4649	8	14 2·0	−59 14
5847	Δ 157	6	14 2·0	−50 57
5851	h 4651	6	14 2·0	−51 2
5850	h 4653	6	14 2·6	−42 59
5861	h 4655	9	14 4·0	−36 31
5863	h 4656	9	14ʰ 4ᵐ·8	−51° 37′
5866	Δ 158	7	14 4·9	−45 28
5869	h 4459	7	14 5·7	−55 0
5879	h 4662	10	14 6·5	−32 27
5889	h 4663	9	14 8·4	−38 42
5918	h 4668	10	14 12·0	−33 24
—	β 1110	7·0	14 13·7	−36 24
5935	Δ 159	5·6	14 15·4	−58 1
5963	h 4676	8	14 20·5	−59 12
5989	h 4681	8	14 23·4	−55 21
6004	h 4683	9	14 26·6	−61 51
—	β 1112	6·3	14 27·2	−30 16
6022	h 4686	9	14 29·0	−36 35
6023	Δ 164	3	14 29·2	−41 43
6026	h 4687	9	14 29·5	−36 7
6031	h 2731	10	14 29·7	−32 42
6032	h 4688	10	14 31·2	−63 51
6042	h 4691	10	14 32·0	−55 16
6047	Δ 165	1	14 33·3	−60 26
6057	Δ 167	6·7	14 34·2	−35 32
6060	h 2736	8	14 34·9	−31 55
—	β 414	6·5	14 35·9	−30 30
6086	h 2742	9	14 39·8	−31 24
6102	h 2744	10	14 41·8	−33 0
6103	h 4701	10	14 42·0	−36 22
6108	h 4702	9	14 42·4	−35 25
6129	h 2748	8·9	14 45·6	−30 28
6133	h 4711	9	14 46·0	−34 37
6132	h 4710	9	14 46·1	−41 41
6137	Δ 173	7	14 46·5	−37 24
6138	Hh 454	—	14 46·7	−30 28
—	β 347	6·0	14 48·5	−32 54

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3533	11ʰ 2ᵐ·6	−36° 38′	*eeF, vS* * *att*
3557	11 5·2	−37 0	*B, S, R, psmbM*
3564	11 5·8	−37 0	*pF, S, R, bM*
3568	11 6·0	−36 55	*vF, pL,* * *inv,* 3 *B st nr*
3573	11 6·6	−36 18	*eF, S, R, glbM,* 3 *st* 11 *f*
3680	11 20·9	−42 41	*Cl, eL, pRi, lC, st* 10 . . . 14
3699	11 23·4	−59 24	*B, pL, iR, psbmbM*
3706	11 24·9	−35 51	*pB, cS, R, psmbM*
3742	11 30·6	−37 24	*pF, pL, vlE, glbM*
3749	11ʰ 31ᵐ·0	−37° 26′	*F, cS, lE, gvlbM*
3766	11 31·5	−61 3	*Cl, pL, pRi, pC, st* 8 . . . 13
3778	11 33·5	−50 9	*eF, S, R, am* 50 *S st*
3783	11 34·1	−37 11	*cB, R, sbMN* *, *9 *sf*
3882	11 41·2	−55 50	*vF, lE,* 2 *st inv*
3903	11 44·0	−36 58	*pB, cS, vlE, bM*
3909	11 44·6	−47 43	*Cl, vL, lC, st* 9 . . . 14
3918	11 45·4	−56 37	◯, *!, S, R,* blau = * 7 *m, d* = 1″·5

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3960	11h 49m·5	−55° 10′	Cl, pL, pRi, gpmbM, st 13
4112	12 2·0	−39 39	F, S, vlE, glbM, 3 B st nr
4219	12 11·2	−42 46	pF, pL, pmE, vglbM
4230	12 11·8	−54 45	Cl, F, pL, iF, st 13 . . . 15
4304	12 16·9	−32 55	vF, vL, R, vgvlbM, r
4373	12 20·0	−39 11	pB, S, R, pgvmbM
4444	12 23·3	−42 42	eF, L, R, vgbM
4499	12 26·8	−39 26	vF, L, R, vglbM
4507	12 27·3	−39 21	pB, S, R, psmbM * 16
4553	12 30·8	−38 53	F, vlE, glbM
4573	12 32·3	−43 4	vF, S, * 10 n 30″
4574	12 32·4	−34 57	vF, L, lE, vglbM
4575	12 32·5	−39 59	F, S, pmE, 2 st p
4601	12 35·6	−40 22	eF, L, R, pslbM
4603	12 35·7	−40 25	F, L, R, vgbM, r
4616	12 36·9	−40 7	eF, vS, R, * att nf
4622	12 37·2	−40 12	pF, S, R, pslbM
4645	12 38·5	−41 12	pB, S, psbM
4650	12 38·9	−40 11	vF, R, bM, r
4661	12 39·8	−40 33	F, pL, R, gbM
4672	12 40·8	−41 10	eF, S, R, vgbM
4677	12 41·5	−41 3	eF, lE, vgbM
4679	12 41·8	−39 1	eeF, pL, R
4681	12 42·0	−42 48	pF, S, R, gbM
4683	12 42·2	−41 1	eF, pS, R, vgbM, S* sp
4696	12 43·4	−40 46	pB, L, R, gbM, r
4706	12 44·5	−40 45	vF, vS, R, psbM
4709	12 44·7	−40 49	pB, cS, R, gbM
4729	12 45·2 : :	−40 33 ±	neb
4730	12 45·2 : :	−40 33 ±	neb
4743	12 46·7	−40 51	F, R, gbM
4744	12 46·8	−40 32	F, L, E, gbM
4751	12 47·3	−42 8	B, pS, R, vg, vsmbM
4767	12 48·4	−39 11	B, pS, lE, mbM
4785	12 49·5	−48 12	vF, S, R, glbM
4832	12 52·3	−40 13	pF, vS, R, sbM * 17, * 10, 70°·8
4835	12 52·5	−45 43	F, pL, mE, vgbM
4852	12 54·1	−59 4	Cl, L, pRi, iR, st 10
4903	12 55·9	−30 25	vF, cS, R, * att
4905	12 56·0	−30 23	vF, vS, R, slbM
4909	12 56·4	−42 14	eF, 3 oder 4 st 11, 12 f
[illegible]	12 57·8	−29 59	vF, vS, lbM
4930	12 58·5	−40 53	vF, R, △ 2 st 8, 9, f
4936	12 58·8	−29 59	pB, S, R, bM, * f 6s
4937	12 59·0	−46 41	eeF, S, R
4940	12 59·3	−46 42	F, S, R
4945	12 59·5	−48 45	B, vL, vmE 38°·7
4946	12 59·8	−43 4	B, pS, R, gpmbM
4947	12 59·8	−34 48	F, pL, R, vglbM
4950	12h 59m·9	−42° 59′	eF, S, R, pslbM
4953	13 0·5	−37 1	vF, pS, am 3 S st
4976	13 3·0	−48 58	B, pL, R, gmbM
4988	13 4·2	−42 34	vF, S, E, r
5011	13 7·1	−42 34	pB, cS, R, am 4 st
5026	13 8·5	−42 26	pB, pL, R, gbM, * 7 nf
5043	13 10·4	−59 32	Cl, P, E, sc st 11
5045	13 10·6	−62 53	Cl, vL, vRi, st 11
5062	13 12·8	−34 54	eF, vS, E, r
5063	13 12·8	−34 48	eF, vS, R, * nr
5064	13 13·1	−47 23	B, S, R, pslbM
5082	13 14·9	−43 11	vF, S, R
5086	13 15·2	−43 12	eF, vS, R
5090	13 15·4	−43 11	pB, pL, R
5091	13 15·5	−43 13	cF, S, vlE
5102	13 16·3	−36 7	vB, pS, R, svmbM
5108	13 17·4	−31 49	eeF
5114	13 18·4	−31 49	F, lE, psbM
5121	13 19·0	−37 10	cB, S, R, psmbM, r
5120	13 19·3	−62 53	Cl, eRi, mC, st 12 . . . 16
5124	13 19·3	−29 48	vF, S, vlE
5126	13 19·3	−29 50	vF, vS
5128	13 19·6	−42 30	!!, vB, vL, vmE 122°·5 bifid
5139	13 20·7	−46 48	!!!, ⊕, ω Centauri
5140	13 20·7	−33 22	vF, S, R, glbM
5138	13 20·9	−58 29	Cl, Ri, lC, st 11
5156	13 22·7	−48 23	pB, cS, iE, glbM, r
5155	13 22·8	−62 54	Cl, vRi
5161	13 23·6	−32 39	pF, L, vmE, pgbM, rr
5168	13 24·6	−60 25	Cl, vF, S, vRi, st 15
5188	13 25·8	−34 16	F, pL, vlE, vglbM
5193	13 26·2	−32 43	pB, S, R, g, psbM
5206	13 27·7	−47 37	F, pL, R, vgbM
5215	13 29·4	−32 58	eF, cS, * s und * p
5219	13 30·2	−45 24	vF, S, R, * n, nr
5220	13 30·3	−32 57	vF, S, R, * 10 f
5234	13 31·3	−49 19	eeF, S, lE
5237	13 31·7	−42 20	F, pL, cE, vglbM
5244	13 32·7	−45 21	vF, S, R, vglbM, * 13 att
5253	13 34·3	−31 8	B, pL, E 45° ±, psmbM
5266	13 36·9	−47 40	B, pL, vlE, vglbM, 3 st nr
5269	13 37·8	−62 24	Cl, P, L, iF, st 12
5281	13 39·7	−62 24	Cl, B, S, pC, iR, st 10 . . . 12
5284	13 39·9	−58 42	Cl, L, vRi, st 7 . . . 16
5286	13 40·1	−50 52	⊕, vB, pL, R, rrr, st 15
5288	13 41·6	−64 11	Cl, S, C, iR, st 14
5291	13 41·7	−29 53	vF, R, vlbM, : p
5292	13 41·9	−30 25	pF, S, R, 2 st nr
5298	13 42·9	−29 56	F, S, R, gbM

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ	Beschreibung des Objects
5299	13^h 43^m·6	−59° 27′	*Cl, vL, vRi*	5398	13^h 55^m·5	−32° 35′	*pB, pL, R, vgbM*
5302	13 43·6	−29 59	*F, S, R, gbM*	5408	13 57·3	−40 56	*eF, E bet 2 vS st*
5304	13 44·0	−30 4	*eF, pS, lE, vF* * *f*	5419	13 57·7	−33 29	*pB, pL, R, psmbM*
5307	13 44·7	−50 43	◯, oder *vF, eS, D neb*	5460	14 1·2	−47 51	*Cl, vL, vlC, st* 8 . . .
5316	13 46·9	−61 22	*Cl, pL, pC, st* 11	5464	14 1·3	−29 32	*pF, S, R, psbM*
5333	13 48·2	−48 1	*vF, vS, R,* * 8 *f*	5483	14 4·2	−42 51	*pF, vL, R, vsbM*
953′	13 49·2	−29 52	*vF, eS, gbM*	5488	14 5·1	−33 10	*F, R,* * 8 *s nr*
955′	13 50·0	−29 46	*vF, vS, gbM*	5489	14 5·7	−45 37	*vF, S, R, bM*
5357	13 50·2	−29 51	*pF, S, R, glbM, bet 2 st* 10	5494	14 6·6	−30 11	*pB, L, R, gbM, rr*
957′	13 50·4	−29 45	*vF, S, gbM*	5516	14 9·5	−47 39	*pF, S, R, psbM, S* ⁑ *nf*
5365	13 51·7	−43 27	*pB, eS, R, pgbM, am st*	5606	14 20·5	−59 11	*Cl, S, pC, stL* und *S*
5367	13 51·7	−39 30	*!, vB, vL, vl, vsmbM* ⁑	5617	14 22·3	−60 16	*Cl, L, pRi, pCM st* 8 . .
5381	13 53·7	−59 6	*Cl, Ri, vC, pL, st* 11 . . . 12	5662	14 28·0	−56 7	*Cl, L, pRi, lC, st* 9 . . .
5397	13 55·3	−33 28	*vF, S, R, gbM*				

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
X Centauri . .	11^h 44^m 12^s	−41° 11′·9	7·8	12·4	1889 Mai 27 + 314^d *E*
W „ . .	11 50 2	−58 41·8	8·6	13·0	1889 April 18 + 370^d *E*
S „ . .	12 19 12	−48 53·2	7	9	Veränderlichkeit nicht gewiss.
U „ . .	12 28 0	−54 6·3	9·2	11·3	
Z „ . .	13 34 17	−31 7·6	7·2	11·5 <	1885 April 12 + 374^d *E*
T „ . .	13 36 2	−33 5·5	5·9	9·2	1895 Juni 9 + 91^d·2 *E*
R „ . .	14 9 22	−59 26·9	6·0—6·3	8·7—9·8	1871 Mai 25 + 160^d·5 *E*
Y „ . .	14 25 5	−29 39·1	7·7	8·8	Veränderlichkeit nicht ganz sicher.
V „ . .	14 25 23	−56 26·7	6·7	7·6	1894 Juli 27 + 5^d·545 *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ	Grösse	Farbe
1	11^h 8^m 33^s	−43° 49′·6	6·3	*R*	15	13^h 5^m 23^s	−42° 50′·0	5·7	*R*
2	11 10 46	−40 30·6	7·1	*R*	16	13 11 7	−43 27·1	6·1	*R*
3	11 28 0	−39 53·1	6·2	*R*	17	13 20 2	−39 14·0	5·9	*R*
4	11 36 11	−61 32·1	5·7	*R*	18	13 20 48	−40 58·7	6·2	*R*
5	11 36 7	−40 19·8	7·7	*F*	19	13 24 57	−38 53·5	4·5	*R*
6	11 54 7	−51 8·3	6·7	*F*	20	13 31 38	−57 6·8	6·5	*R*
7	12 13 34	−54 35·2	5·8	*R*	21	13 33 18	−49 26·6	6·8	*R*
8	12 16 21	−49 23·6	6·9	*R*	22	13 34 40	−58 16·9	6·1	*R*
9	12 35 43	−45 35·9	6·5	*R*	23	13 39 20	−62 5·3	6·8	*R*
10	12 36 52	−48 15·9	5·4	*RR*	24	13 39 44	−32 32·2	4·5	*R*
11	12 46 59	−54 24·6	6·5	*R*	25	13 39 45	−50 55·8	5·2	*F*
12	12 47 10	−48 24·0	5·0	*R*	26	13 40 49	−49 49·2	6·0	*R*
13	12 49 33	−42 22·4	6·1	*R*	27	13 43 1	−40 1·2	7·1	*R*
14	12 50 48	−54 2·7	6·8	*R*	28	13 43 18	−34 57·1	4·8	*F*

Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe
	1900·0					1900·0			
29	$13^h 49^m 35^s$	−46° 5′·9	6·6	*R*	35	$14^h 24^m 27^s$	−38° 25′·7	6·6	*R*
30	14 2 32	−52 57·7	5·4	*R*	36	14 29 37	−39 9·5	6·6	*R*
31	14 5 48	−53 11·8	6·1	*R*	37	14 37 3	−34 44·5	4·3	*F*
32	14 11 34	−60 48·5	5·9	*F*	38	14 48 2	−32 53·5	6·3	*F*
33	14 14 32	−58 0·2	5·6	*F*	39	14 54 16	−37 39·7	6·4	*R*
34	14 15 57	−41 49·8	7·¼	*R*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−30°	−40°	−50°	−60°	−65°	α	
11^h 0^m	$+29^s$	$+28^s$	$+27^s$	$+25^s$	$+24^s$	11^h 0^m	−3′·2
11 30	+30	+30	+29	+28	+27	11 30	−3·3
12 0	+31	+31	+31	+31	+31	12 0	−3·4
12 30	+32	+32	+33	+34	+35	12 30	−3·3
13 0	+33	+34	+35	+37	+38	13 0	−3·2
13 30	+34	+35	+37	+40	+42	13 30	−3·1
14 0	+35	+36	+39	+43	+45	14 0	−2·9
14 30	+36	+38	+41	+45	+48	14 30	−2·6
15 0	+37	+39	+42	+48	+51	15 0	−2·3

Cepheus. Ptolemäi'sches Sternbild am nördlichen Himmel mit folgenden Grenzen:

Von Punkt $19^h 20^m$ AR + 86° 30′ Deklination Stundenkreis bis + 81° 30′ dann Parallel bis $20^h 40^m$, Stundenkreis bis + 80° 0′, Parallel rückwärts bis $20^h 0^m$, Stundenkreis bis + 76° 0′, Parallel bis $20^h 40^m$, Stundenkreis bis + 70° 0′, Parallel rückwärts bis $20^h 32^m$, Stundenkreis bis + 56° 30′. Nun mit zunehmender Rectascension Parallel bis $23^h 20^m$, Stundenkreis bis + 64° 0′, Parallel bis $0^h 0^m$, Stundenkreis bis + 70° 0′, Parallel bis $0^h 24^m$, Stundenkreis bis + 77° 0′, Parallel bis $3^h 0^m$, Stundenkreis bis + 80° 0′, Parallel bis $6^h 0^m$, Stundenkreis bis + 86° 30′, Parallel bis $7^h 20^m$, Stundenkreis bis + 88° 0′. Jetzt Parallel rückwärts bis $20^h 40^m$, Stundenkreis bis + 86° 30′ und Parallel bis $19^h 20^m$, zum Ausgangspunkt.

Mit blossem Auge sah Heis: 5 Sterne 3ter Grösse, 4 Sterne 4ter Grösse, 21 Sterne 5ter Grösse, 127 Sterne 6ter Grösse, dazu 2 Variable, zusammen also 159 Sterne.

Cepheus umgiebt in einem Halbkreis den Pol, woselbst er an Ursa minor grenzt, während im Osten und Südosten (bei oberer Culmination des Sternbilds) Camelopardalus und Cassiopea, im Süden Lacerta und Cygnus, und im Westen Draco die angrenzenden Sternbilder sind.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α	δ	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α	δ
			1900·0					1900·0	
8116	Σ 2572	7	$19^h 28^m·6$	+83° 17′	8706	Σ 2712	8	$20^h 31^m·8$	+62° 5′
8413	Σ 2647	8·9	20 1·9	+79 11	8711	Σ 2717	7·8	20 35·8	+60 25
8518	Σ 2675	4	20 12·3	+77 25	8713	*h* 1559	9	20 35·8	+62 5

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8741	*h* 1569	10·11	20h 38m·3	+58° 37′
8743	*h* 1570	11	20 38·7	+56 39
—	β 152	6·8	20 39·8	+57 1
—	β 471	10·0	20 41·4	+62 4
8782	Σ′ 2524	3·5	20 43·2	+61 26
8795	*h* 1583	10	20 44·7	+62 15
8805	*h* 3004	13	20 46·6	+62 9
8803	$O\Sigma^{2}$ 211	7	20 46·9	+58 22
8813	*h* 1588	9·10	20 47·7	+62 35
8832	*h* 1595	11	20 50·8	+57 21
8853	Σ 2740	7·8	20 54·6	+61 10
8854	*h* 1602	9	20 55·3	+60 57
—	β 472	8·3	20 57·6	+61 28
—	β 1139	6·0	20 59·2	+56 41
8884	Σ 2751	6	20 59·4	+56 16
8921	Σ 2764	8	21 3·3	+61 46
8934	Σ 2771	8·9	21 3·7	+70 22
8925	Σ 2766	8·9	21 4·4	+58 36
9040	Σ 2794	8	21 7·2	+85 29
8982	Σ′ 2579	6	21 7·6	+77 43
8969	Σ 2780	6	21 9·2	+59 34
9004	Σ 2784	8·9	21 11·2	+73 38
8986	Σ 2783	8	21 11·4	+57 53
8991	*h* 1630	9·10	21 11·7	+56 37
8998	*Hh* 723	—	21 11·9	+64 2
9020	*O*Σ 436	7	21 13·0	+75 54
9017	Σ 2788	8	21 14·2	+66 56
—	β 1140	6·7	21 14·6	+58 11
9028	Σ′ 2589	2·5	21 16·2	+62 10
9029	Σ 2790	5	21 16·5	+58 12
9064	Σ 2796	7·8	21 17·6	+78 11
9050	Σ 2795	8·9	21 18·7	+60 16
9051	Σ′ 2596	8·5	21 18·8	+60 17
9056	*h* 3027	9	21 18·8	+70 45
9069	Σ 2798	8·9	21 21·4	+64 30
9087	Σ 2801	7	21 21·5	+79 55
—	β 1141	7·7	21 22·7	+57 48
9111	Σ 2807	8	21 23·2	+82 5
9078	*h* 1648	12	21 24·6	+57 22
9079	*h* 1649	10·11	21 24·7	+56 31
9081	*h* 1650	6	21 24·7	+59 19
9101	*h* 3035	—	21 24·9	+72 7
—	β 1142	8·7	21 25·7	+56 38
9097	*h* 1654	9·10	21 26·0	+61 10
9103	*h* 1656	10	21 26·1	+64 58
9108	*h* 3038	3	21 27·7	+59 29
9113	Σ 2806	3	21 27·7	+70 7
9121	*h* 1659	9·10	21 29·9	+58 13
9138	*Hh* 733	—	21 30·4	+70 14
9132	*h* 1665	9·10	21 30·6	+65 41

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 166	7·5	21h 30m·8	+59° 52′
9137	*O*Σ 442	8	21 31·1	+61 31
9149	*h* 3044	10	21 31·5	+71 7
9141	Σ 2810	7	21 31·6	+58 40
9145	Σ 2812	9	21 31·9	+59 14
9152	*Gr.* 3516	—	21 32·4	+66 17
9150	Σ 2813	8·9	21 33·0	+57 2
—	β 371	8·0	21 33·6	+58 15
9168	*h* 1672	10	21 34·6	+57 1
9166	Σ 2815	8	21 34·6	+57 7
9191	*h* 3051	10	21 35·3	+72 29
9181	*h* 1677	9·10	21 35·4	+58 34
9188	β 1143	6·0	21 35·8	+57 2
9186	*h* 1680	10	21 35·9	+63 [illegible]
9194	Σ 2819	7·8	21 37·2	+57 8
9214	*O*Σ 449	7·8	21 37·3	+74 47
9208	Σ 2823	8·9	21 37·9	+67 41
9209	*h* 3055	11	21 38·7	+57 10
9228	β 690	5	21 40·4	+58 19
9231	Σ 2827	8·9	21 40·8	+63 9
9232	Σ′ 2628	8·3	21 41·0	+63 16
9234	*h* 1690	9·10	21 41·2	+63 8
9273	Σ 2837	8	21 42·0	+82 32
9239	*h* 1694	9·10	21 43·0	+57 29
—	β 1145	8·2	21 43·5	+58 1
9249	*h* 1696	10	21 43·7	+65 20
9267	*Demb.* 10	—	21 45·9	+61 10
9265	*h* 3063	9·10	21 46·1	+58 2
9274	Σ 2835	8	21 46·1	+68 51
9279	Σ 2836	7	21 46·8	+66 15
9286	*O*Σ 451	7·8	21 48·0	+61 9
9288	*h* 1702	9·10	21 48·0	+61 [illegible]
9298	Σ 2842	8·9	21 48·4	+63 34
9377	Σ 2859	8·9	21 48·4	+86 25
9294	Σ 2840	6	21 48·6	+55 20
9305	*h* 3067	8	21 48·7	+71 18
9302	Σ 2844	8	21 49·1	+64 26
9303	Σ 2843	7	21 49·1	+65 17
9304	Σ 2845	8	21 49·5	+62 [illegible]
9316	Σ′ 2647	7·3	21 50·9	+62 7
9327	$O\Sigma^{2}$ 226	7	21 50·9	+67 [illegible]
9315	*h* 3072	9	21 51·1	+58 [illegible]
9324	Σ′ 2648	5·8	21 51·5	[illegible]
9339	*O*Σ 537	—	21 52·7	+59 [illegible]
9341	*O*Σ 457	6	21 52·8	[illegible]
9342	*O*Σ 458	7	21 53·3	+59 [illegible]
—	β 275	7·5	21 54·2	[illegible]
9355	*h* 3081	9·10	21 54·4	+72 [illegible]
9357	*h* 3082	11	21 54·6	+71 [illegible]
9353	*h* 1711	9·10	21 55·0	[illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9358	*h* 1713	9·10	21h 55m·6	+64° 6′
9370	*h* 3085	9·10	21 56·8	+69 5
9373	Σ 2853	8·9	21 57·4	+67 29
—	β 695	8·0	21 59·2	+60 37
9391	Σ 2860	8	22 0·0	+60 22
9397	OΣ 461	7	22 0·6	+59 20
9401	OΣ² 229	7	22 0·9	+59 23
9403	Σ 2863	4·5	22 0·9	+64 9
—	β 474	8·5	22 1·7	+60 31
—	β 697	6	22 2·0	+61 48
—	β 990	8·3	22 2·1	+62 36
9448	Σ 2873	6·7	22 2·1	+82 23
9416	Σ 2865	8·5	22 2·2	+69 43
9409	*h* 1729	9·10	22 2·3	+57 49
9446	*h* 3096	10	22 4·7	+70 28
9437	Σ 2870	8	22 4·8	+60 38
9443	*h* 1739	10	22 5·0	+63 36
9451	Σ 2874	8	22 5·0	+74 0
9442	Σ 2872	7·8	22 5·2	+58 47
9453	*h* 1742	8	22 6·3	+67 13
—	β 436	8·0	22 7·4	+57 27
9458	Σ′ 2680	3·5	22 7·4	+57 43
9464	Σ 2879	8	22 7·9	+63 55
9468	Σ 2880	8·9	22 8·4	+59 14
9472	Σ 2883	6·7	22 8·4	+69 39
9470	*Hh* 754	—	22 8·6	+60 11
—	β 376	7·5	22 8·7	+59 36
9477	Σ 2884	8	22 9·1	+63 15
9489	*h* 1747	10	22 10·2	+68 0
9497	Σ 2893	6	22 11·0	+72 49
9502	*h* 1748	10·11	22 13·1	+58 2
—	β 378	8·5	22 13·5	+60 22
9530	*h* 3107	11	22 15·0	+78 0
9522	*h* 1754	10	22 16·0	+63 25
9542	*h* 3111	9	22 17·0	+75 12
9540	*h* 3100	9·10	22 17·3	+69 30
9546	*h* 3112	10	22 17·8	+70 8
9548	*h* 1761	12	22 17·9	+76 20
9545	OΣ 470	7	22 18·0	+66 28
9558	Σ 2903	7	22 18·8	+66 12
—	β 173	8·5	22 23·1	+56 41
9586	*h* 1769	10·11	22 23·1	+59 40
9598	Σ 2913	7	22 23·3	+73 54
9592	*h* 1771	11	22 23·9	+56 58
9596	*h* 1773	—	22 24·1	+58 23
9615	*h* 1778	14	22 24·4	+65 43
9601	*Hh* 764	—	22 24·8	+57 57
9602	Σ 2721	9	22 25·4	+57 54
—	β 702	*var*	22 25·5	+57 54
9610	OΣ 473	7	22 26·4	+56 42
—	β 479	9·7	22h 27m·1	+67° 39′
—	β 704	9	22 27·6	+67 2
9630	*h* 1782	11	22 28·8	+59 43
9631	*h* 1783	11	22 28·9	+59 43
9632	*h* 1784	10	22 28·9	+61 57
—	β 706	8·0	22 29·0	+67 47
9656	*h* 3125	9	22 29·1	+80 34
9663	Σ 2927	8·9	22 29·6	+80 20
9646	Σ 2924	7·8	22 30·1	+69 24
—	β 708	9	22 30·2	+67 47
—	β 175	9·5	22 30·2	+74 30
9652	Σ 2923	7	22 30·4	+69 51
9683	β 1092	7·5	22 33·6	+72 21
9673	*h* 1792	9	22 33·9	+58 59
9700	*h* 1799	10	22 35·8	+65 3
9694	*h* 3133	8·9	22 35·9	+72 22
—	β 1265	8·8	22 36·0	+60 53
—	β 845	8·2	22 37·1	+67 59
9727	Σ 2940	8·9	22 38·6	+72 12
9728	*h* 1804	9	22 39·3	+63 57
9732	*h* 1807	9·10	22 40·0	+67 12
9739	*h* 3141	9	22 40·7	+73 15
9743	*Hh* 778	—	22 40·9	+73 1
9741	*h* 3142	9	22 41·0	+71 21
9748	*h* 3144	12	22 41·6	+71 22
9757	OΣ 481	12	22 42·4	+77 59
9761	σ 768	—	22 44·0	+78 20
9772	Σ 2947	7	22 45·6	+68 2
9778	*h* 3147	10	22 45·6	+72 25
9775	Σ 2948	7	22 46·0	+66 1
9777	Σ′ 2759	7·8	22 46·1	+65 40
9776	*h* 1821	10	22 46·3	+59 46
9794	*h* 1826	8	22 47·0	+74 38
9788	Σ 2950	6	22 47·4	+61 10
9815	OΣ 482	5	22 48·0	+82 37
9803	*h* 1829	10·11	22 48·6	+68 53
9808	OΣ² 238	7	22 49·2	+77 27
—	β 712	9·0	22 50·8	+58 42
—	β 849	8·4	22 52·5	+66 17
9828	Σ 2961	8	22 52·6	+62 20
9831	*h* 1833	9·10	22 52·6	+64 15
9838	Σ 2965	8	22 52·7	+72 18
9829	Σ 2963	8	22 52·8	+75 48
9843	Σ 2966	7	22 53·1	+72 18
9850	*h* 1838	11	22 54·6	+66 33
9858	Σ 2971	7·8	22 54·6	+77 57
9859	*h* 3158	—	22 55·6	+70 13
9874	*h* 3162	9	22 57·7	+74 21
—	β 851	7·5	22 58·2	+75 35
9880	*h* 1844	11	22 58·7	+73 57

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0		δ 1900·0		Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0		δ 1900·0	
9893	OΣ 487	6·7	22ʰ	59ᵐ·4	+80°	15′	10295	Σ 3059	8·9	23ʰ	59ᵐ·9	+82°	[illegible]
9888	h 3167	9	23	0·0	+71	59	10300	h 3237	9	0	0·5	+75	46
9905	Σ 2977	7	23	2·3	+60	54	—	β 863	9·2	0	0·7	+73	[illegible]
—	β 180	7·5	23	3·0	+60	17	2	Σ 2	6·7	0	3·7	+79	7
9917	Σ 2984	7·8	23	3·5	+70	52	6	h 1938	10	0	4·6	+74	[illegible]
9930	h 1852	5	23	4·7	+74	41	12	h 1940	10·11	0	5·0	+71	57
9928	h 1851	10	23	5·2	+69	33	24	h 1941	10·11	0	6·6	+71	[illegible]
9956	OΣ 492	7·8	23	7·0	+82	2	32	OΣ² 1	7	0	8·4	+75	[illegible]
9957	h 1857	9·10	23	9·0	+56	49	39	Σ 11	8	0	9·4	+77	[illegible]
9967	Σ 2996	8	23	9·0	+81	43	48	Σ 13	5·6	0	10·5	+76	[illegible]
9961	h 1860	9	23	9·3	+62	7	80	h 1950	10·11	0	13·9	+74	44
9975	h 1865	11	23	11·2	+67	46	113	h 1962	9	0	20·3	+81	[illegible]
10002	Σ 3003	8·9	23	13·7	+82	54	125	h 1965	11	0	21·2	+77	15
9993	Σ 3001	5	23	14·5	+67	34	131	h 1967	11	0	22·9	+73	17
10009	h 1870	8	23	16·0	+73	23	137	h 1971	11	0	23·4	+73	[illegible]
10025	h 3191	9·10	23	17·8	+80	54	186	h 1986	8	0	29·8	+84	[illegible]
10040	Σ 3011	8·9	23	20·3	+76	29	187	OΣ² 3	7·8	0	29·8	+84	11
—	β 386	6·0	23	22·0	+70	7	307	Σ 69	8	0	49·5	+83	[illegible]
—	β 1148	7·1	23	23·1	+65	4	359	h 2011	9	1	0·9	+84	[illegible]
10062	Σ 3017	7	23	23·7	+73	26	379	Σ 89	8·9	1	2·3	+79	[illegible]
—	β 1150	8·7	23	25·6	+64	30	430	OΣ 28	6·7	1	9·8	+80	[illegible]
—	β 774	8·5	23	26·1	+63	46	484	h 2038	10	1	19·0	+77	[illegible]
10082	h 1890	11	23	26·7	+69	21	482	h 2037	10	1	20·7	+83	[illegible]
10101	h 3204	9·10	23	29·2	+80	31	502	Σ 118	8·9	1	21·7	+82	[illegible]
10112	Σ 3027	8	23	31·0	+82	30	518	h 2046	12	1	27·	+82	[illegible]
10120	Σ 3029	8·9	23	32·9	+71	8	559	h 2056	7·8	1	31·5	+77	[illegible]
—	β 855	8·5	23	33·2	+67	40	555	OΣ 32	7·8	1	34·4	+84	[illegible]
—	β 856	8·1	23	33·9	+70	5	592	OΣ 34	7·8	1	38·4	+80	[illegible]
10131	h 1897	10	23	34·9	+66	24	616	h 2077	10·11	1	39·9	+77	[illegible]
10136	Σ′2841	3·5	23	35·2	+77	4	684	h 2090	11	1	51·	+81	[illegible]
—	β 857	8·5	23	35·9	+67	0	699	h 2095	9·10	1	53·	+81	[illegible]
10152	h 1905	10·11	23	37·2	+73	35	734	OΣ 37	7	1	57·4	+81	[illegible]
—	β 993	7·0	23	37·6	+63	58	729	h 2102	10	1	59·	+83	[illegible]
10169	h 3212	9·10	23	40·9	+73	32	760	Σ′ 188	7·0	2	1·2	+79	[illegible]
10185	OΣ 507	6·7	23	43·7	+64	19	774	h 2110	10	2	7·	+84	45
10188	h 3217	10	23	43·8	+70	45	803	Σ 223	8	2	9·1	+80	[illegible]
10199	h 3221	9	23	46·0	+70	51	822	OΣ 39	7	2	12·1	+79	[illegible]
10206	h 3222	9·10	23	47···	+83	56	1076	Σ 320	6	2	52·7	+79	[illegible]
—	β 996	6·8	23	47·4	+75	0	1082	Σ 327	6	2	55·8	+81	[illegible]
10220	h 3224	10·11	23	49·0	+70	22	1075	Σ 319	7	2	57·7	+83	[illegible]
10230	h 3226	7·8	23	49·8	+73	51	1406	Σ 460	5·6	3	53·1	+80	[illegible]
—	β 1154	8·0	23	54·1	+74	17	1655	Σ 555	8·9	4	34·2	+81	[illegible]
10263	h 3231	10	23	54·3	+72	31	1767	Σ 595	8·9	4	49·1	+82	[illegible]
10265	OΣ² 253	7	23	55·8	+69	0	1672	Σ 558	8·9	4	51·8	+86	[illegible]
10271	Σ 3053	6	23	57·4	+65	32	1706	Σ 573	8·9	4	52·7	+86	[illegible]
10273	Σ 3051	7·8	23	57·5	+79	43	1871	Σ 629	8	5	8·7	+83	[illegible]
10275	Σ 3052	7	23	57·8	+70	48	2080	Σ 703	8·9	5	39·7	+83	[illegible]
—	β 861	9·4	23	57·9	+69	9	2259	Σ 784	8·9	5	53·7	+84	[illegible]
10281	h 3234	9·10	23	58·1	+82	5							

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6939	20ʰ 29ᵐ·4	+60° 18′	Cl, pL, eRi, pCM, st 11 . . . 16
6946	20 32·8	+59 48	vF, vL, vg, vsbM, rr
6949	20 33·7	+64 28	eF, pS, iR
6952	20 36·4	+66 5	pB, dif, oval, * 15 f nahe (= 6951)
6953	20 36·7	+65 25	eeF, pL, R, v diffic.
7023	21 0·4	+67 46	* 7 in eF, eL neby
7055	21 16·6	+57 12	Cl, F, pS, P
7076	21 23·8	+62 29	vF, er
1396′	21 35·9	+57 0	Nebl. Theil d. Milchstr.
7129	21 40·7	+65 39	!, eF, pL, gbM ⁖
7133	21 42·1	+65 43	vF, pL
7139	21 43·3	+63 22	vE, eS, R, r
7142	21 43·5	+65 21	Cl, eL, eRi, pC, st 11 . . . 14
7160	21 51·0	+62 8	Cl, P, vlC
7261	22ʰ 16ᵐ·8	+57° 35′	Cl, L, pRi, lC
7281	22 21·1	+57 20	Cl, L, pRi, lC, st 10 . . . 16
7354	22 36·6	+60 46	○. B, S, R, pgvlbM
1454′	22 41·6	+79 54	vF, S, * 7 f
1470′	23 1·0	+59 43	vF, vS, stell N am Nordende
7538	23 9·3	+60 58	vF, L, 2 pB st inv
7635	23 16·3	+60 39	vF, * 8 inv l excentr.
1502	23 32·2	+75 6	vF, S, vF * nahe
7748	23 40·3	+69 12	v L neby, umgiebt * 7
7762	23 45·0	+67 28	Cl, pRi, pC, st 11 15
7822	23 59·6	+68 7	!, eeF, eeL
40	0 7·6	+71 58	F, vS, R, vsmbM, * 12 sp
1184	3 1·5	+80 25	F, pL, mE
1544	4 34 . . .	+86 3	vF, vS

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
T Cephei .	21ʰ 8ᵐ 13ˢ	+68° 5′·0	5·2—6·8	8·6—10·7	1873 Juli 19 + 387ᵈ E
S „ .	21 36 28	+78 10·3	7·4—9·2	11·5—12·3	1865 Juni 21 + 484ᵈ E
μ „ .	21 40 27	+58 19·3	4·?	5·?	irregulär periodisch
δ „ .	22 25 27	+57 54·2	3·7	4·9	1840 Sept. 26ᵈ 10ʰ 50ᵐ + 5ᵈ 8ʰ 47ᵐ 39ˢ·3 E − 0·0008 E² − 0·00000015 E³
W „ .	22 32 39	+57 54·4	7·3	8·3	Kurze Periode oder irregulär.
V „ .	23 51 44	+82 38·1	6·2—6·4	6·8—7·1	1883 März 16 + 360ᵈ E
U „ .	0 53 23	+81 20·2	7·1	9·2	Min. 1880 Juni 23ᵈ 9ʰ 28ᵐ + 2ᵈ 11ʰ 49ᵐ 38ˢ·25 E + 95ᵐ sin (0°·08 E + 283°)

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	20ʰ 2ᵐ 25ˢ	+76° 12′·2	6·0	OR
2	20 36 4	+68 12·4	8·8	R
3	20 43 15	+61 26·8	3·7	G
4	21 8 13	+68 5·0	var	R, T Cephei
5	21 10 15	+59 42·3	7·5	RR
6	21 15 15	+62 31·1	8·7	OR
7	21 16 2	+60 45·7	7·0	OR
8	21 17 39	+60 12·3	7·3	OR
9	21 23 18	+62 8·4	8·8	RR
10	21 24 40	+59 18·9	6·4	O
11	21 36 28	+78 10·3	var	RR, S Ceph.
12	21ʰ 39ᵐ 3ˢ	+70° 19′·7	7·0	R²
13	21 40 27	+58 19·3	var	R, μ Cephe
14	21 40 27	+70 51·0	5·0	G
15	21 44 28	+60 13·7	6·0	O
16	21 53 17	+79 4·6	6·5	O
17	21 53 50	+63 8·9	5·7	GG
18	21 54 38	+65 40·7	6·5	OR
19	21 55 53	+79 49·9	6·4	O
20	22 0 53	+62 37·9	5·9	OR
21	22 1 33	+60 52·4	8·2	R?
22	22 1 58	+62 17·8	6·0	G

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
23	22h 7m 23s	+57° 42'·4	4·1	G	32	22h 53m 28s	+84° 30'·8	8·0	—
24	22 9 0	+56 46·6	8·5	R	33	23 19 10	+59 55·3	8·7	R
25	22 9 15	+62 47·7	6·5	G	34	23 19 23	+58 37·3	9·0	RR
26	22 16 18	+57 24·5	9·0	R	35	23 19 49	+61 2·3	8·4	OR
27	22 21 17	+57 19·7	9·0	R	36	23 47 29	+74 59·3	6·3	O
28	22 25 27	+57 54·3	var	GR, δ Cephei	37	0 32 13	+81 56·5	6·5	G
29	22 30 45	+57 38·8	7·5	OR	38	0 41 57	+81 25·3	7·6	RG
30	22 32 38	+57 54·4	7·3	OR	39	2 52 48	+79 1·4	5·6	O
31	22 46 8	+65 40·6	3·8	G	40	6 53 46	+87 12·3	5·0	GG

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	55°	60°	65°	70°	75°	80°	82°	84°	86°	87°	88°	α	Δδ
19h 0m						− 42	− 61	− 91	−153	−215	−338	19h 0m	[illegible]
19 30						− 39	− 57	− 86	−145	−205	−332		
20 0					−12	− 35	− 51	− 79	−134	−190	−300	20 0	[illegible]
20 30	+16	+13	+ 8	+ 2	− 9	− 29	− 45	− 69	−121	−171	−273		
21 0	+18	+15	+11	+ 5	− 4	− 23	− 36	− 59	−104	−149	−239	21 0	[illegible]
21 30	+20	+17	+13	+ 9	+ 1	− 15	− 27	− 47	− 85	−125	−202		
22 0	+22	+19	+16	+12	+ 6	− 7	− 17	− 33	− 65	− 97	−160	22 0	[illegible]
22 30	+24	+22	+20	+17	+12	+ 2	− 6	− 17	− 42	− 67	−115		
23 0	+26	+25	+24	+22	+18	+ 11	+ 6	− 2	− 18	− 35	− 68	23 0	[illegible]
23 30	+29	+28	+27	+26	+25	+ 21	+ 19	+ 14	+ 6	− 2	− 19		
0 0			+31	+31	+31	+ 31	+ 31	+ 31	+ 31	+ 31	+ 31	0 0	[illegible]
0 30			+35	+36	+37	+ 41	+ 43	+ 48	+ 56	+ 64	+ 81		
1 0						+ 51	+ 56	+ 64	+ 80	+ 97	+130	1 0	[illegible]
1 30						+ 60	+ 68	+ 79	+104	+129	+177		
2 0						+ 69	+ 79	+ 95	+127	+159	+222	2 0	[illegible]
2 30						+ 77	+ 89	+109	+147	+187	+264		
3 0						+ 85	+ 98	+121	+166	+211	+301	3 0	[illegible]
3 30						+ 91	+107	+131	+183	+233	+335		
4 0						+ 97	+113	+141	+196	+256	+362	4 0	[illegible]
4 30						+101	+119	+148	+207	+267	+384		
5 0						+104	+123	+153	+215	+277	+400	5 0	[illegible]
5 30						+106	+125	+157	+220	+284	+410		
6 0						+107	+126	+158	+222	+286	+414	6 0	[illegible]
6 30													
7 0												7 0	[illegible]
7 30													

Cetus. (Der Walfisch.) Sternbild des PTOLEMÄUS vorwiegend am südlichen Himmel. Dasselbe enthält ausser einer grossen Anzahl von Nebelflecken unter anderem auch den berühmten veränderlichen Stern oder Mira Ceti, welcher schon im Jahre 1596 von FABRICIUS entdeckt wurde und dessen Helligkeit in Perioden von 331 Tagen von ca. 3ter Grösse bis ca. 9ter Grösse wechselt. Die Grenzen des Sternbilds sind folgende:

Von $23^h\ 50^m$ AR und — 25° 30′ Deklination an Parallel bis $1^h\ 40^m$, Stundenkreis bis — 24° 23′, Parallel bis $2^h\ 39^m$, Stundenkreis bis — 1° 45′, Parallel bis $3^h\ 17^m$, Stundenkreis bis + 10° 0′. Nun in Rectascension rückwärts Parallel bis $2^h\ 0^m$, Stundenkreis bis + 2° 0′, Parallel bis $0^h\ 20^m$, Stundenkreis bis — 7° 0′, Parallel bis $23^h\ 50^m$ und endlich Stundenkreis bis — 25° 30′.

Heis giebt als mit blossem Auge sichtbar an: 2 Sterne 2ter Grösse, 6 Sterne 3ter Grösse, 7 Sterne 4ter Grösse, 24 Sterne 5ter Grösse, 122 Sterne 6ter Grösse, einen variablen Stern, also im Ganzen 162 Objecte.

Cetus grenzt im Norden an Pisces und Aries, im Osten an Taurus und Eridanus, im Süden an Fornax und Sculptor, im Westen an Aquarius.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
10268	h 3232	10	$23^h\ 56^m{\cdot}7$	—19° 45′	170	h 3373	7	$0^h\ 26^m{\cdot}9$	—19° 31′
10298	h 3236	10	0 0·6	—21 13	171	β 1158	—	0 26·9	—10 39
10301	h 5441	9	0 0·8	—22 13	183	h 1984	9	0 28·3	—20 3
10302	h 3238	9·10	0 0·8	—15 0	195	Σ 39	7	0 29·4	— 5 6
10309	h 3240	10	0 2·5	—18 59	202	h 1988	10	0 29·9	—23 38
10312	Σ 3065	9	0 2·8	—14 46	—	β 490	6	0 30·0	— 4 8
19	h 3351	11	0 5·9	—23 13	206	h 1039	9	0 30·4	— 6 42
31	h 1944	7·8	0 8·1	—17 44	—	β 109	7	0 31·4	—17 30
37	h 1945	10	0 8·8	—12 3	217	h 1990	10	0 32·0	—22 3
—	β 486	6·0	0 9·3	— 8 20	—	β 393	6·0	0 32·1	—25 19
51	Σ 14	9	0 10·7	—12 33	228	h 3380	7	0 34·6	—17 13
—	β 393	7·0	0 13·2	—21 41	236	h 323	—	0 35·6	— 4 54
73	h 1948	10·11	0 13·3	—14 42	233	Σ 49	6	0 35·7	— 7 47
81	h 1951	8·9	0 13·7	—11 31	247	h 1995	8	0 37·8	—10 27
—	β 256	9	0 14·1	—14 22	252	Σ 53	8·9	0 38·4	— 1 25
84	h 1953	4	0 14·3	— 9 23	255	S.C.C. 26	—	0 38·5	—18 32
85	h 1954	10	0 14·4	—21 30	256	h 3389	9	0 38·5	—19 5
94	h 3359	10	0 15·8	—23 9	257	h 1048	11	0 38·8	— 8 11
101	h 1957	5	0 16·7	—23 34	275	h 3394	10	0 39·4	—20 31
104	h 1958	11	0 17·3	—15 6	—	β 494	8	0 41·9	— 1 48
108	h 3362	7	0 17·8	—19 35	286	h 1998	10	0 42·7	— 1 35
114	h 1025	9·10	0 19·6	— 8 29	—	β 301	9	0 44·3	—21 57
120	OΣ 8	8	0 20·3	+ 1 23	—	h 1160	5·8	0 44·4	—14 7
122	h 1964	9·10	0 20·5	—19 22	304	Σ 68	8	0 46·8	— 8 43
129	h 1966	9	0 22·4	— 9 55	306	h 2000	10	0 47·1	—15 23
132	h 1968	8	0 22·6	—16 58	—	β 734	6	0 47·8	—24 33
135	h 1969	12	0 22·7	—22 53	—	β 233	8	0 50·1	—18 0
136	h 1972	9·10	0 22·8	— 0 34	326	h 2001	10·11	0 51·0	—22 35
137	h 1970	10	0 22·9	— 0 36	329	h 2002	11	0 51·6	—16 45
139	h 3368	8	0 23·3	—17 45	335	h 2004	8	0 52·7	—19 32
145	h 1974	10	0 24·0	—18 51	338	Σ′ 74	8·2	0 53·2	—16 13
148	h 1977	10·11	0 24·6	—23 44	345	h 2007	9	0 54·3	—25 29
150	h 322	7	0 25·0	— 4 31	348	Σ 81	7·8	0 54·9	— 2 33
158	h 1979	10	0 25·7	—16 18	—	β 234	8	0 55·6	—17 37
166	h 1980	9	0 26·4	—11 50	351	h 2009	11	0 55·9	—13 28
167	Σ 35	9	0 26·5	— 2 37	360	h 2012	10	0 57·5	—10 33

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0		δ 1900·0	
363	Σ 84	7	0h	58m·6	+ 0°	50′
364	Σ 85	8	0	59·3	— 5	50
373	Σ 86	8	0	59·7	— 6	0
386	h 632	11	1	1·4	+ 0	0
388	h 2016	9·10	1	1·7	+ 0	13
—	β 501	8·0	1	1·7	— 5	11
391	h 2017	10	1	1·9	—13	34
393	Σ 91	7	1	2·1	— 2	16
401	h 2020	10	1	3·3	+ 0	11
403	S.C.C.42	—	1	3·5	—10	42
406	h 633	9	1	4·1	— 3	25
408	h 2021	—	1	4·1	—19	9
409	h 1072	9	1	4·2	— 8	20
415	h 2023	10	1	4·8	—20	46
419	Σ 95	8	1	5·4	— 5	20
431	OΣ 27	6·7	1	7·4	+ 1	56
439	Σ 101	8	1	8·9	— 8	9
442	Σ′ 98	6·2	1	9·3	— 8	28
446	Σ 103	—	1	10·6	— 1	53
451	Σ 106	8·9	1	11·2	— 7	41
459	h 2034	11	1	12·2	—19	28
463	Σ 110	8	1	12·8	—12	52
464	Σ 111	8·9	1	12·9	— 4	52
467	h 5453	8	1	13·5	— 1	13
470	h 2035	9	1	14·0	— 8	31
472	h 3434	9·10	1	14·5	— 9	18
476	Secchi Nov.	—	1	14·6	—24	14
474	Σ 113	6·7	1	14·7	— 1	2
478	h 2036	8	1	15·0	—16	19
—	β 110	7	1	15·0	—16	26
485	h 2039	8·9	1	17·1	— 9	59
489	h 637	7·8	1	17·5	— 4	19
493	h 2043	7·8	1	17·6	—19	36
494	h 3431	7·8	1	18·1	— 5	8
501	h 3433	10	1	18·8	—10	27
503	h 1079	6	1	19·0	— 8	32
—	β 505	3·0	1	19·0	— 8	42
—	β 1163	6·0	1	19·3	— 7	26
508	Σ 120	7	1	20·0	— 6	28
509	h 638	12	1	20·1	— 4	43
512	Σ 124	8	1	21·3	—14	25
515	Σ 125	8	1	21·8	— 0	40
—	β 399	6·5	1	22·8	—11	25
520	σ 39	—	1	22·8	—11	24
522	h 3437	7	1	23·2	—17	47
539	h 2052	7	1	25·7	—19	32
541	h 639	10	1	26·0	— 4	8
552	h 640	11	1	28·5	— 4	1
563	h 2058	11	1	29·6	—21	38
566	h 2060	10	1	29·9	—24	37
569	h 2061	7	1h	31m·0	—18°	3′
590	h 641	9	1	34·5	— 3	1
591	h 2067	7	1	34·6	—18	18
595	Σ 144	8	1	35·2	— 0	33
609	h 2072	9	1	36·6	—18	31
615	h 2076	10·11	1	36·7	—24	59
607	h 642	9	1	36·8	+ 1	25
610	h 2073	11·12	1	36·8	— 8	44
611	Σ 147	5	1	36·8	—11	49
626	h 3455	8	1	38 . . .	—18	9
624	Σ 150	6·7	1	38·4	— 7	35
627	h 3456	8	1	38·5	—22	8
—	β 6	7	1	39·7	— 7	16
638	h 3459	9	1	40·4	—20	34
635	h 643	9	1	40·4	— 2	54
640	h 2081	10	1	40·7	—14	39
643	Σ 160	9	1	41·2	— 2	54
653	h 2085	10	1	42·3	—21	15
—	β 871	8·4	1	42·8	— 1	27
657	Σ 166	8·9	1	42·8	— 3	50
661	h 2087	10·11	1	43·1	—13	34
666	Σ 171	8·9	1	43·7	— 1	55
—	β 511	8·5	1	43·7	— 1	55
—	β 1001	8·0	1	44·0	—18	53
—	β 1168	8·0	1	44·8	—10	52
682	h 3470	10	1	46·1	—23	8
687	S.C.C.69	—	1	46·5	—10	49
690	h 2092	11	1	46·8	— 8	20
—	β 259	8	1	47·3	—10	13
—	β 183	8·5	1	48·3	—17	14
711	h 2098	10	1	50·5	—22	1
—	β 7	6·5	1	52·9	— 2	33
739	h 2103	9	1	54·1	—22	40
741	σ 51	—	1	54·3	—23	19
—	β 514	8	1	55·0	—13	48
745	h 3476	6	1	55·5	—10	0
765	h 2106	9	1	57·8	—20	48
764	Σ 209	8·9	1	58·0	— 7	54
766	h 2107	10	1	58·1	—20	6
767	h 2108	10	1	58·5	— 9	15
768	Σ′ 190	7·0	1	58·7	— 0	49
772	Σ 211	8	1	59·4	— 5	54
779	h 2112	9	2	0·1	—19	37
—	β 516	8·0	2	0·1	— 1	27
784	h 21	8	2	1·4	+10	0
794	Σ 218	7·8	2	3·6	— 0	55
798	Σ 220	7·8	2	3·8	— 0	55
805	h 2116	9·10	2	4·5	—10	41
821	Σ 231	6	2	7·7	— 2	52
823	h 326	9	2	8·0	— 6	50

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
855	Σ 242	6·7	2^h $11^m·3$	−10° 17′	971	*h* 3511	7	2^h $31^m·4$	−21° 50′
859	*h* 3491	9	2 11·5	−21 27	—	β 520	9·0	2 31·8	− 4 1
864	Σ 247	9	2 12·9	+ 3 41	977	*h* 5424	10	2 32·4	+ 6 16
873	*Hh* 61	—	2 14·0	− 3 25	984	Σ 288	—	2 33·2	−11 49
874	*h* 327	8	2 14·1	− 7 18	986	*O*Σ¹ 30	7·8	2 33·7	+ 8 29
875	Σ′ 221	*var*	2 14·2	− 3 25	988	Σ 290	8·9	2 34·2	− 2 19
884	*h* 2130	8·9	2 15·3	−24 19	1005	*O*Σ 45	—	2 35·7	+ 4 25
—	β 8	8	2 16·0	+ 8 26	1009	Σ 295	6·7	2 36·1	− 1 7
891	*h* 3495	10	2 16·4	−11 24	1019	Σ 299	3	2 38·1	+ 2 49
896	*h* 2134	9	2 17·0	−11 5	1024	*h* 3524	8	2 38·3	−20 43
904	*h* 2135	10	2 17·8	−17 30	1027	Σ 303	8·9	2 39·6	− 2 23
901	*h* 649	15	2 18·1	+ 9 10	—	β 83	7	2 41·0	− 5 23
909	Σ 265	8·9	2 19·4	− 1 13	1040	*h* 655	8·9	2 42·2	+ 9 49
911	Σ 266	8·9	2 19·8	− 2 34	1042	Σ 309	9	2 42·4	+ 5 25
910	*h* 650	11	2 19·8	+ 3 2	1051	Σ 313	9	2 44·7	+ 8 32
—	β 517	7·5	2 19·9	− 4 21	1071	Σ 323	8	2 47·4	+ 6 3
917	*h* 2140	9·10	2 20·9	−11 5	1079	*h* 658	10	2 49·0	+ 9 21
922	*h* 3500	8	2 21·2	−21 45	1093	Σ 330	7·8	2 52·1	− 0 59
920	Σ′ 238	6·2	2 21·3	−15 48	1096	Σ 332	8·9	2 52·7	+ 0 0
921	*h* 3138	10	2 21·4	− 6 7	1120	Σ′ 300	2·3	2 57·0	+ 3 42
—	β 518	6·5	2 24·2	+ 9 7	1135	Σ 348	8·9	2 59·9	+ 6 49
—	β 519	8·5	2 24·6	− 2 43	1147	Σ 355	8·9	3 2·1	+ 8 0
938	*h* 3502	6	2 25·3	−23 8	1151	Σ′ 313	7·7	3 3·8	+ 7 4
941	Σ 274	7	2 26·3	+ 0 39	1154	*h* 661	10	3 4·6	+ 6 35
944	*h* 651	11	2 26·8	+ 3 50	1172	*h* 663	5	3 7·6	− 1 34
945	*h* 652	10	2 27·2	+ 9 9	1179	Σ 367	8	3 8·9	+ 0 22
948	Σ 276	8·9	2 27·4	+ 5 55	1189	*h* 2182	—	3 10·5	+ 5 24
953	*h* 3505	8	2 28·4	−18 47	1204	*A. C.* 2	—	3 13·2	− 1 17
956	Σ 280	8	2 29·1	− 6 4	—	β 1177	9·1	3 13·8	− 1 24
965	*h* 2148	9·10	2 30·6	−13 12	1222	Σ 380	8	3 16·3	+ 8 24
961	Σ 281	5	2 30·6	+ 5 10					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
[illegible]	23^h $52^m·8$	−14° 36′	*vF, pL, R*	7829	0^h $0^m·8$	−13° 58′	*eF, eS, R (neb?)*
[illegible]	23 53·9	− 7 42	*vF, S, iF*	17	0 4·0	−12 41	*vF, eS, iR, D * p*
[illegible]	23 56·6	−19 20	*eF, pS, iF*	2′	0 5·9	−13 23	*F, S, b M*
[illegible]	23 56·6	−11 18	*eF, vS, R, stell N,* * 8·5 *sp* 3′	34	0 5·9	−12 40	*pF, S, R,* 2 *st nr*
				35	0 6·1	−12 34	*eeF, pS, R*
7813	23 58·1	−12 33	*eF, vS, E* 80°, * 8·5 *f* 38ˢ, * 9 *np* 40ˢ	45	0 8·8	−23 44	*eF, L, vgvlb M, L* f*
				47	0 9·4	− 7 43	*vF, vS*
[illegible]	23 59·5	−17 3	*vF, pS, iF, glb M*	50	0 9·7	− 7 55	*v F*
[illegible]	0 0·1	−12 4	*F, S, R, bN, r*	54	0 10·0	− 7 41	*vF, pS, R*
[illegible]	0 0·1	−21 16	*Cl, vP, vlC*	58	0 10·5	− 7 43	*vF, pS, R*
[illegible]	0 0·8	−13 58	*eF, S, E* 130°, *sb M N,* * 15 *sf*	59	0 10·5	−22 0	*vF, pS, iR, gb M*
				62	0 12·0	−14 3	*F, vS, R, glb M*

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5'	0^h 12^m·5	—10° 6'	*F, neb* * 13 *m*
64	0 12·7	— 7 23	*eeF, vS, R, v diffic.*
65	0 12·9	—23 27	*eF, vS, R, gbM*
66	0 13·0	—23 31	*eF, pS, E,* 225°, * 9 *n* 1'
73	0 13·6	—15 52	*vF, S, R, eFD* * *f* nahe
77	0 14·5	—23 5	*eF, vS, iF (?*)*, * 9 *p*
9'	0 14·7	—14 41	*vF, pL, R*
102	0 19·5	—14 32	*eF, vS, R*
106	0 20·5	— 5 43	*pF, pS, R, lbM*
107	0 20·7	— 8 50	*F, pL,* * 7 *sf* 5'
111	0 21·5	— 3 11	*vF, S, R, lbM,* * 8·6 *p* 36s
113	0 21·8	— 3 3	*vF, S, sbM*
114	0 21·9	— 2 21	*vF, S* * im Centr
116	0 22·0	— 8 30	*vF*
117	0 22·0	+ 0 46	*F, vS*
118	0 22·2	— 2 20	*vF, S* * im Centr.
120	0 22·4	— 1 59	*Neb* *
122	0 22·6	— 2 11	2 *vF neb* 4'—5' *nf* *
123	0 22·6	— 2 9	8·5 *mag.*
124	0 22·8	— 2 22	*vF, L, dif,* 2 *F st nf*
15'	0 22·8	— 0 37	*vF, vS, iF, sbM*
16'	0 23·1	—13 39	*pB, R, bM*
18'	0 23·5	—12 8	*pF, S, iF, gbM*
19'	0 23·6	—12 12	*R, S, stellar* = 14 *m*
20'	0 23·6	—13 34	*pB, R*
21'	0 24·1	— 0 43	*pB, vS, iF*
22'	0 24·5	— 9 38	*F, S, lbM, r*
132	0 25·1	+ 1 32	*pF, cL, R, vglbM, r*
135	0 25·5	—13 35	*vF, vS, R*
23'	0 25·8	—13 17	*pB, S, R, bM*
25'	0 26·1	— 0 57	*F, vS, iR, vlbM, r*
142	0 26·5	—23 11	*eF, S, lE*
143	0 26·5	—23 8	*eF, S, mE*
144	0 26·5	—23 13	*eF, vS, R*
145	0 26·7	— 5 42	*F, pL, vlE, vgbM,* * 8·9 *f*
26'	0 26·7	—13 54	*F, S, R, gbM*
27'	0 28·1	—13 36	*F, vS, lE pf, bM*
28'	0 28·1	—14 1	*vF, dif, vlbM*
151	0 29·0	—10 15	*pF, pL, lE* 90°, *vglbM*
29'	0 29·1	— 2 44	*vF, S, R, lbM*
30'	0 29·1	— 2 38	*vF, S, R, lbM*
153	0 29·3	—10 15	*pF, pS, R,* * *nr nf*
154	0 29·3	—13 13	*eF, vS, R*
155	0 29·4	—11 18	*pF, S, R*
156	0 29·5	— 8 54	*vS*
157	0 29·7	— 8 57	*pB, L, E, bet* 2 *cB st*
158	0 29·9	— 8 52	*vS*
32'	0 29·9	— 2 42	*vF, vS, R, lbM*
33'	0 30·0	— 2 42	*vF, vS, R, lbM*

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
161	0^h 30^m·8	— 3° 23'	*cF, cS, R,* nahe [illegible]
163	0 31·0	—10 40	*vF, vS*
165	0 31·4	—10 40	*F, L, st* im Centr
166	0 31·5	—14 10	*cF, S, lE,* * 11 *nf*
167	0 31·5	—23 56	*vF, pS, iR*
168	0 31·5	—23 10	*cF, S, E* 80°, * 10 *nf* 1'
170	0 31·6	+ 1 21	*F, S, R*
171	0 31·7	—19 31	*vF, pL, lE,* [illegible]
172	0 32·0	—23 10	*cF, S, R*
173	0 32·1	+ 1 23	*vF, S, R, vgbM,* * 11 *sp* 80''
175	0 32·4	—20 29	*pB, pL, R, gbM, r*
177	0 32·5	—23 8	*cF, S, R* 175° (?*)
178	0 32·5	—14 44	*F, S, mE* 0°, *bM*
179	0 32·6	—18 24	*cF, cS, R, B* * *nf*
36'	0 32·8	—16 0	*F, vS, R, dif*
187	0 33·5	—15 13	*F, S, mE* 15[illegible]°, *bM*
37'	0 33·5	—15 55	*cF, vS, R, dif*
38'	0 33·6	—15 59	*F, S, R*
191	0 33·9	— 9 33	*pB, pL, lE* 0°
192	0 34·1	+ 0 41	*F, pS, pmE, bM*
39'	0 34·2	—14 43	*pB, pL,* [illegible] *gbM*
195	0 34·2	— 9 40	*F*
196	0 34·2	+ 0 22	*F, pS, R, psmbM*
197	0 34·2	+ 0 20	*eF*
40'	0 34·3	+ 1 55	*F, S, R, gbM N* = 13·5
201	0 34·5	— 0 18	*vF, cL, E, vgbM*
41'	0 34·6	—14 43	*vF, S, dif* [illegible]
207	0 35·0	—14 51	*vF, S, lE, stellar*
209	0 35·5	—19 11	*vF, vS, R, bM*
210	0 35·5	—14 25	*B, pS, R, psbM, r,* * 11 *p*
42'	0 36·1	—15 59	*S, irr, v dif*
216	0 36·5	—21 36	*cF, vS, lE*
217	0 36·5	—10 34	*F, S, lE* 90°, *gbM*
219	0 37·1	+ 0 21	*F, S, R,* * 11 *sp* 1'
223	0 37·1	+ 0 17	*vF, pS, R*
44'	0 37·2	+ 0 20	*cF, S, R, bet* 2 *st*
227	0 37·5	— 2 4	*F, pL, bM*
230	0 37·7	—24 10	*cF, cS, R, bMN*
47'	0 37·9	—14 18	*cF, cS, R, stellar*
232	0 38·0	—24 7	*cF, S, R, bMN*
235	0 38·2	—24 5	*cF, S, R, bMN*
48'	0 38·5	— 8 26	*pF, S,* Var. Helligkeit
237	0 38·6	— 0 40	*vF, pS, lE, bM*
49'	0 38·8	+ 1 18	*vF, pS, R, v dif*
239	0 39·5	— 4 20	*pF, pS, E* [illegible]°, *bM,* * 8 *f* [illegible]
244	0 40·8	—16 8	*vF, S, iR, r,* * 10·5
50'	0 41·1	—10 3	*F* = *neb* * 13
245	0 41·1	— 2 16	*F, pS, cF,* [illegible]

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
51′	0h 41m·4	−13° 59′	*pB, S, bM, r*
246	0 42·0	−12 25	*vF, L, 4 st in dif neb*
247	0 42·1	−21 18	*F, eL, vmE* 172°
255	0 42·8	−12 2	*F, pS, R, gbM*
259	0 42·9	− 3 20	*F, S, E* 135°, *lbM*
263	0 43·5	−13 41	*eF, vS, lE* 30°
268	0 45·0	− 5 45	*vF, pS, ilE, r*
270	0 45·5	− 9 13	*pF, vS, iR, pgbM*
271	0 45·6	− 2 27	*pF, S, lE psbM,* * 8 *f* 5s·5
54′	0 45·7	− 2 50	*Neb* oder *SCl*, 2′, *bM*
273	0 45·8	− 7 26	*vF, vS*
274	0 46·0	− 7 37	*pB, pS, smbM*
275	0 46·0	− 7 37	*vF, S, R*
276	0 46·0	−23 15	*eF, pS, E* 265°, * 11 *n* 3′
277	0 46·2	− 9 8	*F, pS,* * 11 *np*
56′	0 46·5	−13 23	*vF, S. lbM*
279	0 47·0	− 2 46	*vF, S, iR, bM, stellar*
283	0 47·5	−13 43	*eF, S, R*
284	0 47·5	−13 43	*eF, S, R*
285	0 47·5	−13 43	*eF, S, R*
286	0 47·5	−13 41	*eF, S, R*
291	0 48·5	− 9 19	*vF, vS, lE, alm stellar*
293	0 49·2	− 7 47	*vF, S*
297	0 50·0	− 7 54	*eF*
298	0 50·0	− 7 53	*pF*
58′	0 50·0	−14 13	*F, vS, R, r*
301	0 50·5	−11 13	*eF, S, iR, gbM,* * 8 *p* 30s
302	0 50·5	−11 12	*eF, vS*
303	0 50·5	−17 13	*eF, vS*
60′	0 51·1	−13 56	*F, vS, R, SN*
307	0 51·5	− 2 18	*pF, S, E*
308	0 51·5	− 2 19	*vF, eS*
309	0 51·5	−10 30	*pF, pL,* * 12·13 *n*
310	0 51·7	− 2 18	*Stellar*
320	0 52·5	−21 23	*eF, pS, E* 160°, * 10 *n*
321	0 52·6	− 5 38	*eF, vS*
325	0 52·7	− 5 40	*vF, vS*
327	0 52·9	− 5 41	*F, S, E*
329	0 53·0	− 5 37	*F, E*
331	0 53·5	− 3 16	*eF, vS, R, lbM,* * 12 *nf* 3′
333	0 53·9	−17 5	—
335	0 54·5	−18 49	*vF, pS, E, bM*
336	0 54·5	−18 58	*vF, vS, R, sbM*
337	0 54·8	− 8 7	*pF, L, E, glbM,* * 10 *f* 21s
67′	0 55·3	− 7 27	*vF, susp*
68′	0 55·3	− 7 29	*vF, susp*
340	0 55·5	− 7 24	*vF, S, E*
341	0 55·7	− 9 44	*F, pL, R, lbM, r*
342	0 55·8	− 7 19	*vF, vS*
70′	0 55·9	− 0 30	*vF, vS, lbM*
343	0h 56m·0	−23° 46′	*eF, vS, iR, sbMN (?* *)
344	0 56·0	−23 47	*eF, vS, iR, sbMN (?* *)
71′	0 56·3	− 7 19	*vF, susp*
345	0 56·3	− 7 25	*vF, vS, gbM*
72′	0 56·5	− 7 18	*Neb;* * 7 *sf* 2′
347	0 56·5	− 7 17	*vF, vS*
349	0 56·8	− 7 21	*vF, vS*
350	0 56·9	− 7 21	*eF*
351	0 57·1	− 2 29	*eF, pS*
352	0 57·1	− 4 47	*pF, S. iE,* * 8 *f* 97s
353	0 57·4	− 2 30	*eF, pS, R*
355	0 58·0	− 6 52	*eF, vS*
356	0 58·1	− 7 31	*vF, S, iR*
357	0 58·3	− 6 53	*F, S, iR, sbM,* * 14 *nf* 20″
359	0 59·2	− 1 18	*eF, vS*
363	0 59·5	−17 6	*eF, eS, R*
364	0 59·5	− 1 20	*vF, vS*
367	0 59·9	−12 41	*eF, pS, E* 175°, *bn, 3 st 12 np*
369	1 0·5	−18 21	*vF, vS, R, gbM*
377	1 1·5	−20 35	*vF, vS, mE, sbMN*
391	1 2·3	+ 0 24	*F, S, r*
76′	1 3·1	− 5 5	*F, vS, R, lbM*
77′	1 3·8	−15 57	*vF, S, i, bM*
78′	1 3·9	−16 22	*F, S, lbM, r*
79′	1 3·9	−16 29	*R, S, bMN* = 14 *m*
80′	1 3·9	−15 56	*vF, S, R, gbM*
81′	1 4·1	− 2 13	*eF, S, lE,* * *nf* nahe
82′	1 4·2	−16 32	*F, S, gbM*
83′	1 5·3	+ 1 11	*F, S, dif, lbM*
412	1 5·5	−20 33	*vF, eS, R, sbMN (Neb?)*
413	1 5·5	− 3 21	*eF, pS, vlE*
417	1 5·8	−18 42	*eF, eS, R*
84′	1 6·2	+ 1 8	*pB, S, iF, bM*
85′	1 6·7	− 1 0	*eF*, nahe einem * 8
426	1 7·7	− 0 50	*vF, vS, R*
428	1 7·8	+ 0 27	*F, L, R, bM, er*
429	1 7·8	− 0 53	*vF, vS*
430	1 7·9	− 0 47	*F, vS, R, vsbM*
86′	1 8·7	−16 46	*F, sbM*
435	1 8·9	+ 1 35	*eF, S, E*
87′	1 9·1	+ 0 15	*F, pS, R, dif*
442	1 9·4	− 1 33	*vF, S, R, B* * *sf*
88′	1 9·4	+ 0 16	*pF, S, R, vlbM*
445	1 9·7	+ 1 24	*vF, vS*
448	1 10·3	− 2 9	*pB, vS, lE*
450	1 10·4	− 1 23	*vF, L*
90′	1 11·5	− 8 30	*B, vS, sbMN*
93′	1 14·1	−17 36	*vF, pS, lE,* * 8 *f* 1′ *n*
95′	1 14·4	−13 6	*F, vS, dif, vlbM*

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5556	*Hh* 413	—	13ʰ 11ᵐ·6	+17° 36′
—	β 800	7·1	13 11·8	+17 34
5568	*h* 223	9	13 15·3	+16 5
5574	Σ 1737	7·8	13 16·9	+18 18
5578	*Hh* 415	—	13 17·1	+17 35
5598	*h* 2651	12	13 20·8	+21 46
5610	*O*Σ 266	7·8	13 23·5	+16 15
5626	*O*Σ 268	7	13ʰ 26ᵐ·1	+24° 44′
5628	*h* 531	9	13 26·6	+29 28
5641	Σ 1759	8·9	13 29·1	+27 58
5646	Σ 1760	8	13 29·7	+26 47
5671	Σ 1766	8	13 32·6	+30 35
5674	*h* 3341	10	13 33·2	+28 50
5695	*S.C.C.* 491	—	13 36·0	+28 34

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
759′	12ʰ 0ᵐ·0	+20° 49′	*pB, pL, Epf*
4084	12 0·1	+21 47	*F, S*
4086	12 0·4	+20 47	*F, pS, R*
4089	12 0·5	+21 7	*vF, S, R*
4090	12 0·5	+20 51	*vF, vS,* * 15 *f*
4091	12 0·6	+21 7	*vF, S, R*
4092	12 0·7	+21 2	*F, pS, R,* * 11 *np*
4093	12 0·8	+21 5	*eF, vS*
4095	12 0·8	+21 8	*vF, vS*
4098	12 1·0	+21 10	*eF, eS, R, bM*
4099	12 1.0	+21 12	*eF, eS*
4101	12 1·0	+26 7	*eF, vS, R, vgbM*
4104	12 1·5	+28 44	*pB, pS, lE, bM*
4110	12 1·9	+19 6	*F, S*
4115	12 2·1	+14 58	*eF,* vermuthet
762′	12 3·1	+26 19	*pB, S, R, N* = 12 *m*
763′	12 3·2	+26 22	*F, vS, N* = 13 *m*
4126	12 3·5	+16 42	*vF, S, R, pslbM, bet 2vS st*
4131	12 3·8	+29 51	*cF, S, R*
4132	12 3·9	+29 48	*cF, S, iR*
4134	12 4·1	+29 44	*pF, pL, lE*
4136	12 4·2	+30 29	*F, vL, vgmbM*
4146	12 5·0	+16 59	*vF, pS*
4147	12 5·0	+19 6	⊕, *vB, pL, R, gbM, rrr*
765′	12 5·4	+16 42	*vF,* vermuthet
4152	12 5·5	+16 35	*pB, pL, R, pgmbM, r*
4153	12 5·7	+18 55	*B, pL, E, bM*
4155	12 5·8	+19 35	*eF, vS*
4158	12 6·1	+20 44	*F, pS, lE, bM, pB* * *sf*
4162	12 6·8	+24 41	*B, L, iE, bM*
4166	12 7·0	+18 18	*vF, S*
4170	12 7·2	+29 46:	*eF*
4169	12 7·3	+29 43	*F, S*
4171	12 7·3:	+29 45:	*eF*
7173	12 7·3	+29 44	*F, S*
4174	12ʰ 7ᵐ·4	+29° 41′	*F, S*
4175	12 7·5	+29 43	*F, eS*
4185	12 8·3	+29 4	*cF, L, R, gbM*
4186	12 8·4	+15 18	*pF, S, R*
4192	12 8·7	+15 27	*B, vL, vmE* 152°, *vsvmbM*
4196	12 9·5	+28 58	*pB, S, R, vsmbM* *
4204	12 10·2	+21 13	*vF, cL, iR, vgbM*
772′	12 10·2	+24 33	*vF, vS, stell*
4209	12 10·4	+29 3	*F, pL*
4211	12 10·6	+28 44	*vF, eS, mbM*
4213	12 10·6	+24 33	*cF, vS, R*
4237	12 12·1	+15 53	*pB, pL, lE, vgbM, r*
4239	12 12·2	+17 4	*F, pL, R*
4245	12 12·6	+30 10	*cB, pL, vlE, smbM, r*
4251	12 13·1	+28 44	*vF, S, E, vsvmbMN,* * 6·7 *f* 90ˢ
4253	12 13·5	+30 24	*vF, vS, R*
4254	12 13·8	+14 59	*!!B, L, R, gbM, r,* Spiralneb. mit 3 Aesten
4462	12 14·4	+15 26	*B, S, R, r*
777′	12 14·5	+28 51	*vF*
779′	12 14·8	+30 27	*F*
4274	12 14·8	+30 10	*vB, vL, E* 90°, *mbMN*
4275	12 14·8	+28 11	*F, S, vlE, gbM,* * 15 *mr*
780′	12 14·9	+26 19	*pB, S, R, N* = 12·5 *m*
781′	12 15·0	+15 32	*vF, S, dif*
4278	12 15·1	+29 50	*vB, pL, R, mbM, r*
4283	12 15·3	+29 52	*B, S, R, bM*
4286	12 15·6	+29 55	*vF*
4293	12 16·2	+18 56	*F, vL, E, lbM, r*
4295	12 16·2	+28 43	*vF, S,*
4298	12 16·4	+15 10	*F, L, E, vgbM*
783′	12 16·6	+16 17	*cF, S, R*
4302	12 16·6	+15 10	*L, vmE* 177°

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
686	1h 44m·2	−24° 17′	vF, vS, R, gbM, er, 2 st nr	811	1h 59m·9	− 9° 35′	eF, eS, R (? neb), *, 0s 1,
690	1 44·5	−17 14	vF, vS, R, lbM	198′	2 0·7	+ 8 50	pB, pS, R, bM
168′	1 45·5	− 9 2	vF, stellar, * 10 f	199′	2 1·0	+ 8 46	F, S, R, bM
169′	1 45·7	−13 10	F, S, Epf, bM, r	814	2 1·5	−16 14	eF, S, R, gbM
699	1 45·9	−12 32	eF, pS, E 105°, bnp, gekrümmt	815	2 1·5	−16 18	eF, vS, R, glbM
				201′	2 2·0	+ 8 38	vF, S, dif
701	1 46·1	−10 12	F, pL, E, vgvlbM, r	202′	2 2·2	+ 8 41	vF, vS, dif
702	1 46·3	− 4 33	eF, vlE 0°, * 13s 90″	203′	2 2·2	+ 8 38	vF, vS, R, * 10 sf
707	1 46·5	− 9 0	vF, F * im Centr.	204′	2 2·3	− 1 52	—
170′	1 47·0	− 9 1	F, vS, R, stellar	205′	2 2·4	− 2 34	pB, vS, iR
713	1 47·1	− 9 35	eF, pS, E 90°, glbMN, * 14 np	206′	2 2·6	− 7 30	pF, S, iR
				207′	2 2·7	− 7 27	pF, S, iR
715	1 47·5	−13 19	eF, S, gbMN	208′	2 3·2	+ 5 54	vF, pL, dif
720	1 48·1	−14 14	cB, pL, lE, psmbM	825	2 3·3	+ 5 50	F, S, mE
723	1 49·1	−24 15	pF, vS, R, vgbM	827	2 3·7	+ 7 30	vF, S, E, bM, am st
724	1 49·1	−24 22	vF, pL, R, gbM, S*s sp	829	2 3·7	− 8 14	F, S, * 11 s
725	1 49·4	−17 2	vF, vS, R	209′	2 4·0	− 7 32	pB, S, dif
726	1 49·5	−11 18	vF, pL, iR, * 9 f	830	2 4·0	− 8 14	pF, vS, R
172′	1 49·8	+ 0 19	pB, S, R, bM	831	2 4·4	+ 5 38	vF, pS
731	1 50·0	− 9 30	eF, stellar	833	2 4·5	−10 36	F, S, R
734	1 50·4	−17 31	vF, vS, R, bMN, * 11 p 11s	210′	2 4·5	−10 9	—
173′	1 50·8	+ 0 47	F, pS, R, lbM	835	2 4·5	−10 36	F, S, R
175′	1 51·1	+ 0 50	vF, dif, diffic	836	2 4·5	−22 32	eF, S, R, gbMN
747	1 51·3	− 9 57	eF, pS, lE 180°	837	2 4·5	−22 55	eF, pS, mE 0°, * 10 n 1′
748	1 51·3	− 4 57	pF, * 9 np	838	2 4·7	−10 37	vF, vS, R
755	1 51·4	− 9 33	vF, pS, vlE	839	2 4·8	−10 40	vF, pS, R
756	1 51·4	−17 13	F, vS, R, bMN	842	2 4·9	− 8 14	vF, vS, R, psbM
757	1 51·5	− 9 24	F, S, gbMN (= 755?)	840	2 5·0	+ 7 22	eF, vS
758	1 51·5	− 3 33	vF, vS	844	2 5·0	+ 5 34	F, S
176′	1 51·8	− 2 30	pB, S	849	2 5·6	−22 49	eF, vS, R (? neb)
762	1 52·0	− 5 53	vF, S, lE, vglbM	848	2 5·6	−10 48	eeF, pL, v diffic, * nf
177′	1 52·0	− 0 38	F, vS, R, dif	211′	2 6·0	+ 3 22	F, pS, R, bM
764	1 52·4	−16 31	eF, vS, iR, gbM	850	2 6·1	− 1 57	eF, eS, iF
763	1 52·5	− 9 28	vF, pL, E 65°, gbMN	851	2 6·2	+ 3 18	eF, pS, R, v diffic.
767	1 53·3	−10 3	eF, pS, E 160°	853	2 6·7	− 9 47	F, S, E
768	1 53·5	+ 0 3	eF, pS, R, * 8 f 30s	856	2 8·4	− 1 10	eF, S, lE, F * f nahe
773	1 54·0	−11 59	eF, pL, E 0°, glbM	858	2 8·6	−22 58	eF, pL, R
183′	1 54·6	− 5 50	F, vS, R, lbM	859	2 8·8	− 1 12	pF, pS, R, lbM
779	1 54·7	− 6 27	cB, L, mE 162°, mbM	214′	2 8·9	+ 4 42	pB, S, gbM, r
184′	1 54·9	− 7 20	eF, vS	215′	2 9·2	− 7 16	pB, Epf
185′	1 55·0	− 2 1	eF, vS, dif	863	2 9·5	− 1 14	vF, R, bM, stellar
186′	1 55·3	− 2 2	F, D 15″ dist.	864	2 10·2	+ 5 32	cF, cL, R, gbM, * 12 sf att
787	1 55·9	− 9 29	vF, S	866	2 10·6	− 1 14	pF, pS, R, lbM
788	1 56·1	− 7 18	pF, pS, R, bM	867	2 10·7	+ 0 35	eF, vS, R, bM
790	1 56·4	− 5 51	cF, cS, R, bM	216′	2 10·9	− 2 28	vF, eS, R, lbM
799	1 57·6	− 0 34	eeF, pS, R	868	2 10·9	− 1 11	eF, pS, R
800	1 57·6	− 0 36	eeF, S, R	217′	2 11·3	−12 23	F, pS, Ens
806	1 58·8	−10 24	eeF, S, R, v diffic, pB * n	872	2 11·5	−18 16	vF, pS, mE 0°, gvlbM, sev F st inv
808	1 59·3	−23 47	vF, pS, vlE				
809	1 59·7	− 9 12	vF, S, R	874	2 11·6	−23 39	eF, pS, E 170°, * 10 np

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
873	2h 11m·7	−11° 49′	*F, pL, R, vglbM*
875	2 11·9	+ 0 47	*vF, vS* (? = 867)
218′	2 12·0	+ 0 49	*vF, S, dif,* * 13·5 nahe
878	2 12·7	−23 51	*eF, vS, R*
879	2 12·9	− 9 26	*eF, pS, iR, bM*
880	2 13·3	− 4 41	*eF, vS, R, sbMN*
219′	2 13·7	− 7 22	*pB, S, stellar*
881	2 13·8	− 7 6	*F, pS, E, bM,* 2 oder 3 *st nr*
883	2 14·1	− 7 15	*pF, pS, vlE, bM, D* * *nr*
220′	2 14·4	−13 15	*vF, dif, vlbM*
885	2 14·7	− 1 14	*vF, pS, R, lbM*
887	2 14·8	−16 31	*F, S, iR, pgbM*
892	2 15·9	−23 35	*eF, eS, E ?, neb ?*
894	2 16·6	− 5 58	*vF, E, bM* } zusammenhängender *D neb*
895	2 16·6	− 5 59	*F, vL, iR, gbM* } zusammenhängender *D neb*
899	2 17·3	−21 16	*pB, S, gbM, r, D* * *p*
223′	2 17·4	−21 12	*vF, S, dif, vF stell N*
902	2 17·5	−17 9	*eF, vS, R*
905	2 18·4	− 9 11	*eF, eS, R, ?* *
907	2 18·4	−21 10	*F, S, E* 90°, *gbM*
908	2 18·5	−21 41	*cB, vL, E*
224′	2 19·9	−13 1	*F, S, iR, lbM*
921	2 20·5	−16 17	*eF, S, R, gbM*
926	2 21·0	− 0 50	*vF, pS*
225′	2 21·3	+ 0 43	*F, S, R, vlbM,* * 14 *nf* 2′
929	2 21·7	−12 32	*eF, S, E* 170°, * 8·5 *n* 4′
228′	2 21·9	−14 58	*vS, R, gbM*
934	2 22·5	− 0 42	*vF, eS, ?* ○
936	2 22·5	− 1 36	*vB, vL, R, mbMN*
229′	2 22·9	−24 16	*Neb* 10 *m*
941	2 23·4	− 1 36	*vF, cL, R*
942	2 23·4	−11 16	*vF, R* } *neb D* * ?
943	2 23·4	−11 15	*vF, R* } *neb D* * ?
944	2 23·4	−14 58	*eF, S, mE* 0°, *sbM*
945	2 23·7	−10 59	*vF, L, iR, glbM*
230′	2 23·9	−11 17	*eF, S,* * 9·4 *np* 9′
947	2 23·9	−19 29	*pB, E, gbM*
948	2 24·1	−10 58	*vF, S, R*
950	2 24·4	−11 28	*eF, S, gbM*
951	2 24·4	−22 49	*eF, S, E* 0°, *? D* *
231′	2 24·8	+ 0 45	*F, vS, R, stellar*
955	2 25·5	− 1 33	*pB, S, E, psbM*
958	2 25·7	− 3 23	*pF, ilE, bM*
232′	2 25·9	+ 0 50	*vF, S, R* (? = 231′)
960	2 26·3	− 9 44	*eF, vS, R, ? neb,* * 9 *sf*
961	2 26·3	− 7 21	*eF, pS, E* 230°, * 10 *att*
233′	2 26·5	+ 2 22	*pF, S, R, lbM, vF* * *s* 1′
234′	2 26·5	− 0 35	*F, S, dif, r*
963	2 26·8	− 4 40	*eF, S, R, gbM, r*
965	2h 27m·4	−19° 5′	*vF, S, gbM*
966	2 27·5	−20 19	*eF, R,* * 9 *sp* 2′
967	2 27·5	−17 39	*F, S, iR, gbM*
236′	2 27·8	− 0 34	*F, S, dif, vlbM*
975	2 28·2	+ 9 18	*vF, eE*
977	2 28·2	−11 12	*eF, pS, R, vlbM, am* [illegible]
237′	2 28·4	+ 0 42	*F, S, R,* * 9·5 *p*
981	2 28·5	−11 24	*eF, S, gbM*
985	2 29·8	− 9 14	*vF, vS, R, bMN*
988	2 30·5	− 9 47	*Neb* * 7·5 *m*
989	2 30·5	−16 57	*F, vS, R, bMN*
991	2 30·7	− 7 36	*vF, eL, iF, vlbM*
993	2 31·6	+ 1 37	*eF, vS*
994	2 31·6	+ 1 38	*eeF, pS, R, vF* * nahe
997	2 32·0	+ 6 53	*F, S*
998	2 32·0	+ 6 54	*vF*
1004	2 32·5	+ 1 33	*pF, vS, R, vmbM,* * 11 *p* 2′
1006	2 32·6	−11 28	*eeF, pS, R, lbM*
1007	2 32·7	+ 1 42	*eF, stellar*
1008	2 32·7	+ 1 39	*vF, eS, stellar*
241′	2 32·8	+ 1 53	*vF, pS, R, stell N*
1010	2 32·8	−11 28	*eF, S, R*
1011	2 32·8	−11 27	*eF, S, R, lbM*
1009	2 32·9	+ 1 52	*eeF, pS, R,* * 9 *f*
1013	2 32·9	−11 57	*eeF, vS, R,* bei 2 *D* [illegible]
1014	2 33·0	− 9 57	*eF, eS, iR*
1017	2 33·0	−11 25	*eeF, vS, R, v* [illegible]
1015	2 33·1	− 1 45	*vF, S*
1016	2 33·2	+ 1 41	*F, S, R, psbM*
1018	2 33·2	− 9 56	*eF, vS, E* 180°
1019	2 33·3	+ 1 29	*vF, S, iF*
242′	2 33·5	− 7 22	*eF, eS, vF* * nahe
1020	2 33·6	+ 1 48	*eF, vS*
1021	2 33·6	+ 1 47	*eF, S*
243′	2 33·6	− 7 20	*vF, vS, R, bM*
1022	2 33·6	− 7 7	*pB, pL, R, mbM* * 11 *m* [illegible]
1026	2 34·1	+ 6 8	*pF, S, R, psbM*
244′	2 34·2	+ 2 17	*vF, vS,* [illegible]
1032	2 34·2	+ 0 40	*pF, S, vlE,* [illegible]
1033	2 34·2	− 9 13	*vF, pL, iE* 190°, [illegible]
245′	2 34·2	−14 44	*pB, S, R,* [illegible]
1034	2 34·5	−16 14	*vF, vS, iE,* [illegible] 2 *B* * *p* [illegible]
1035	2 34·5	− 8 34	*pF, L, mE, r,* * 17 [illegible]
246′	2 34·9	+ 2 3	*eeF, vS, R,* 2 *eF* [illegible]
1037	2 34·9	− 2 10	*eeF, vS, mE,* [illegible]
1038	2 35·0	+ 1 5	*eF, pS, R, lbM*
247′	2 35·3	−12 9	*pB, S, R*
1041	2 35·4	− 5 52	*pF, pS, iR,* [illegible]

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1042	2h 35m·5	− 8° 53′	*eeF, L, R*
1045	2 35·7	−11 43	*F, S, R, bM*
1047	2 35·7	− 8 36	*eeF, pS, R, v diffic.*
1048	2 35·7	− 8 59	*eeF, pS, R*
1043	2 35·7	+ 0 44	*eeF, S, R, v diffic.*
1044	2 35·8	+ 8 18	*vF, vS, * 10 p*
1046	2 35·9	+ 8 17	*eF, vS*
249′	2 36·1	− 7 22	*pB, vS, R, dif*
250′	2 36·1	−13 45	*vF, pS, iF*
1051	2 36·1	− 7 22	*eF, lEnpsf, * att np*
1052	2 36·2	− 8 41	*B, pL, R, mbM * 12*
251′	2 36·5	−15 23	*F, S, lbM*
1055	2 36·6	+ 0 1	*pF, cL, iE 80°, bM, * 11 n 1′*
252′	2 37·0	−15 17	*F, S, bM*
1063	2 37·2	− 6 0	*vF, pS, iR, r ?*
1064	2 37·3	− 9 47	*eF, S, R*
1065	2 37·3	−15 31	*eeF, pS, * nr s, * 7·5 p*
253′	2 37·4	−15 29	*pB, iF, bM*
254′	2 37·4	−15 32	*vF, eS, R*
1068	2 37·6	− 0 26	*vB, pL, iR, sbMrrN*
1069	2 38·0	− 8 43	*eeF, pS, R, * 8·5 nrf*
1070	2 38·1	+ 4 33	*pF, S, iR, gbM*
1071	2 38·2	− 9 12	*eF, vS, E 0°, bet 2 st*
1072	2 38·4	− 0 7	*eF, vS, R, sev vF st inv*
1074	2 38·5	−16 43	*eF, vS, R*
1075	2 38·5	−16 38	*vF, vS, bMN*
1073	2 38·6	+ 0 57	*vF, L, lbM, er*
1076	2 38·9	−15 11	*vF, pS, R, B * f 22s*
1085	2 41·2	+ 3 12	*F, S, R, lb M, bet 2 st*
1087	2 41·3	− 0 55	*pB, cL, mbM*
1089	2 41·5	− 0 40	*vF, pL, iR, bM*
1094	2h 42m·3	− 0° 41′	*vF, S, R, 2 S st p*
1095	2 42·4	+ 4 13	*eF, pS, R*
1101	2 43·0	+ 4 10	*vF, eS, R, bM, * 13 p*
1104	2 43·5	− 0 42	*vF, vS, r, * 14 s*
1107	2 43·9	+ 7 41	*F, vS, R*
263′	2 45·5	− 0 32	*vF, vS, R, N = 14 m*
264′	2 45·8	− 0 34	*vF, eS, R, stellar*
1126	2 47·2	− 1 42	*eeF, S, R*
1128	2 47·3	+ 5 38	*eF, S, lE, 2 F st p* nahe
1132	2 47·8	− 1 41	*eF, pL, gbM, * 8 f*
1137	2 49·0	+ 2 32	*vF, pS, R, lbM*
1141	2 50·0	+ 0 4	*vF, S*
1142	2 50·1	+ 0 4	*pF, S, R*
1143	2 50·1	− 0 35	*eF, S, R*
1144	2 50·1	− 0 35	*eF, S, R*
273′	2 52·0	+ 2 23	*F, pS, lE 235°, bM*
1149	2 52·3	− 0 43	*vF, vS, R, bM, S * p 30″*
1153	2 53·0	+ 2 59	*F, vS, ilE, sbM, er*
277′	2 54·7	+ 2 22	*pB, pS, R, N = 12·5*
1194	2 58·7	− 1 30	*F, S, R, glbM*
283′	2 58·8	− 0 36	*pB, eS, R*
1211	3 1·8	− 1 11	*pB, vS, R, mbMN = * 9·10*
1218	3 3·1	+ 3 43	*pF, pS, R*
1219	3 3·3	+ 3 43	*F, pL, R*
298′	3 6·2	+ 0 57	*F, pL, 2 B N inv*
302′	3 7·6	+ 4 20	*pF, pS, R vSN*
307′	3 8·7	− 0 35	*pB, vS, r*
1251	3 9·0	+ 1 5	*F*
1254	3 9·2	+ 2 18	*F, vS, stellar*
1280	3 12·8	− 0 32	*vF, vS, R, gbM, r*
315′	3 13·9	+ 3 40	*vF, S, dif, vlbM*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
V Ceti . .	23h 52m 47s	− 9° 31′·1	8·5—9·5	14 ?	1879 Aug. 28 +261d *E*
W „ . .	23 57 0	−15 13·9	8·4	12·0	1886 Febr. 10 +350d *E*
T „ . .	0 16 42	−20 36·7	5·1—5·3	6·4—7·0	irregulär periodisch
S „ . .	0 18 58	− 9 53·0	7·8—8·0	12	1873 Jan. 6 +320d·2 *E*
o „ . .	2 14 18	− 3 25·7	1·7—5·0	8—9·5	1866 Dec. 27 +331d·6*E*, ungleichmässig periodisch
R „ . .	2 20 55	− 0 37·8	7·5—8·8	13·5	1867 März 2 +167d·0 *E*, ungleichmässig periodisch
U „ . .	2 28 56	−13 35·2	6·8—7·3	12	1884 Dec. 11 +235d·8 *E*
X „ . .	3 14 20	− 1 26·0	9·3	< 12·5	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0			δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0			δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	0h	2m	12s	+17° 56′·6	6·5	*O*	27	2h	0m	5s	+ 9° 35′·1	7·5	*G*
2	0	3	11	− 9 22·7	6·5	*G*	28	2	0	56	+ 7 46·0	7·0	*G*
3	0	7	3	−18 29·5	5·7	*G*	29	2	1	39	+ 0 57·8	8·0	*R*
4	0	9	21	− 8 20·2	5·8	*GG*	30	2	2	33	+ 5 30·6	7·5	*G*
5	0	9	34	−19 29·1	5·0	*GG*	31	2	3	25	−10 30·9	7·0	*G*
6	0	16	42	−20 36·7	*var*	*GG*, *T* Ceti	32	2	13	24	+ 7 43·8	7·5	*W G*
7	0	18	58	− 9 53·0	*var*	*R*, *S* Ceti	33	2	14	18	− 3 25·7	*var*	*G*—*R*, Mira Ceti
8	0	24	24	− 4 1·3	7·4	*GR*							
9	0	24	31	− 3 23·5	7·1	*GR*	34	2	16	50	− 0 3·7	5·5	*RG*
10	0	38	33	−18 32·2	2	*G*	35	2	20	55	− 0 37·8	*var*	*O*, *R* Ceti
11	0	41	13	−23 4·1	5·8	*R*	36	2	29	46	− 8 17·4	6·0	*G*
12	0	44	48	− 0 46·1	7·0	*GW*	37	2	30	13	− 9 53·2	8	—
13	0	47	54	− 1 41·2	5·2	*RG*	38	2	30	39	+ 5 8·9	5·3	*G*
14	0	51	1	−11 48·4	6·0	*O*	39	2	33	27	+ 3 0·2	7·2	*G*
15	0	53	42	− 6 25·0	6·8	*G*	40	2	35	52	+ 5 38·8	8·0	*RG*
16	1	2	35	+ 0 53·8	9·0	*R*	41	2	42	2	+ 8 53·8	7·5	*G*
17	1	3	34	−10 42·1	3·5	*GW*	42	2	46	10	+ 1 45·7	7·5	*RG*
18	1	17	28	− 0 58·2	7·2	*G*	43	2	50	47	+ 5 46·7	7·5	*G*
19	1	20	42	−15 7·1	5·8	*O*	44	2	51	50	+ 4 5·8	6·8	*RG*
20	1	22	51	− 2 30·1	8·6	*R*	45	2	52	5	− 0 57·6	7·5	*GW*
21	1	45	14	− 7 11·7	7·4	*G*	46	2	53	27	+ 1 43·3	7·5	*G*
22	1	51	59	−23 0·9	5·0	*R*	47	2	57	3	+ 3 41·9	2·5	*G*
23	1	55	4	−21 18·6	6·0	*O*	48	2	59	56	+ 0 20·6	9·3	[illegible]
24	1	55	17	−21 33·7	4·1	*GG*	49	3	2	26	+ 9 32·9	7·5	*GW*
25	1	55	29	− 9 0·4	5·8	*G*	50	3	5	24	+ 9 38·0	7·0	*G*
26	2	0	2	− 0 28·6	8·5	*R′*							

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten.

α \ δ	−30°	−20°	−10°	0°	+10°	α	
23h 30m	+32s	+32s	+31s	+31s	+31s	23h 30m	+3′·3
0 0	+31	+31	+31	+31	+31	0 0	+3·4
0 30	+30	+30	+31	+31	+31	0 30	+3·3
1 0	+29	+30	+31	+31	+31	1 0	+3·2
1 30	+28	+29	+30	+31	+32	1 30	+3·1
2 0	+27	+29	+30	+31	+32	2 0	+2·9
2 30	+26	+28	+30	+31	+32	2 30	+2·6
3 0	+25	+27	+29	+31	+32	3 0	+2·3
3 30	+25	+27	+29	+31	+33	3 30	+2·0

Chamaeleon. (Das Chamaeleon.) Ein schon bei BAYER in seiner Uranometrie vorkommendes von BARTSCH in seinem »Usus astronomicus planisphaerii stellati« eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel.

Seine Grenzen sind nach der »Uranometria Argentina« ein Trapez mit den Stundenkreisen von $7^h\,40^m$ und $13^h\,40^m$ und den Parallelen von — 75° 0′ und — 82° 30′ als Seiten.

Dem blossen Auge sichtbar sind, ebenfalls nach der Uranometria: 2 Sterne 4 ter Grösse, 5 Sterne 5 ter Grösse, 13 Sterne 6 ter Grösse, also zusammen 20 Sterne.

Chamaeleon grenzt im Norden an Volans, Carina und Musca, im Osten an Apus, im Süden an Octans, und im Westen an Mensa.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3460	h 4020	8	$7^h\,49^m{\cdot}0$	−75° 29′	4398	h 4281	9	$9^h\,56^m{\cdot}2$	−79° 56′
3623	h 4068	10	8 6·7	−77 10	4422	h 4288	8	10 3·3	−75 35
3754	h 4105	10	8 21·1	−78 55	4625	h 5444	6	10 32·5	−81 25
3766	h 4109	8	8 25·1	−76 6	4873	h 4424	9	11 13·9	−76 21
3983	h 4163	9	8 52·6	−76 55	4932	h 4440	7	11 23·6	−77 58
4051	h 4184	8	9 3·0	−75 55	5128	h 4486	6	11 54·6	−77 40
4148	h 4205	10	9 14·7	−80 44	5185	h 4502	9	12 3·4	−75 55
4145	h 4204	11	9 15·8	−80 46	5338	h 4529	9	12 29·6	−78 26
4184	h 4214	10	9 20·5	−77 12	5383	h 4544	8	12 38·6	−78 55
4206	h 4217	7	9 24·8	−77 28	5456	h 4561	10	12 54·4	−77 19
4229	h 4226	9	9 29·7	−77 50	5475	h 4565	8	12 58·6	−82 11
4242	h 4230	9	9 32·4	−77 36	5486	h 4566	6	13 0·2	−77 55
4339	h 4265	10	9 47·0	−80 3	5572	h 4581	10	13 19·2	−79 15
4356	h 4270	10	9 51·8	−76 7	5603	h 4590	6	13 24·5	−77 3
4369	h 4276	10	9 53·1	−76 16					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2915	$9^h\,26^m{\cdot}7$	−76° 11′	*pF, pL, R, gbM*	3195	$10^h\,10^m{\cdot}5$	−80° 22′	!! ⊙. *pB, S, lE,* 13^s *d* 3 *S st nr*
3149	10 4·9	−79 57	*F, S, lE, vlbM,* * 15 *inv*	3620	11 12·7	−75 40	*F, pS, pmE, gbM*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$7^h\,40^m\,8^s$	−77° 23′·9	7·0	*R*	4	$11^h\,55^m\,8^s$	−75° 57′·8	5·6	*R*
2	8 49 36	−79 7·9	6·4	*R*	5	13 5 57	−77 54·9	6·3	*R*
3	11 53 36	−77 16·0	6·7	*R*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

$\Delta\alpha$ in Secunden | $\Delta\delta$ in Minuten

α \ δ	−74°	−76°	−78°	−80°	−82°	−83°	α	
7^h 30^m	-10^s	-18^s	-27^s	-39^s	-57^s	-69^s	7^h 30^m	−1′·3
8 0	− 7	−15	−23	−35	−51	−63	8 0	−1·6
8 30	− 4	−11	−19	−29	−44	−55	8 30	−2·0
9 0	− 1	− 7	−13	−23	−36	−46	9 0	−2·3
9 30	+ 4	− 1	− 7	−15	−27	−35	9 30	−2·6
10 0	+ 9	+ 4	+ 0	− 7	−17	−23	10 0	−2·9
10 30	+14	+11	+ 7	+ 2	− 5	−11	10 30	−3·1
11 0	+19	+17	+15	+11	+ 7	+ 3	11 0	−3·2
11 30	+25	+24	+23	+21	+19	+17	11 30	−3·3
12 0	+31	+31	+31	+31	+31	+31	12 0	−3·4
12 30	+37	+38	+39	+41	+43	+45	12 30	−3·3
13 0	+43	+45	+47	+51	+55	+59	13 0	−3·2
13 30	+48	+51	+55	+60	+67	+73	13 30	−3·1
14 0	+53	+58	+62	+69	+79	+85	14 0	−2·9

Circinus. (Der Zirkel.) Sternbild am südlichen Himmel, von LACAILLE eingeführt.

Die Grenzen ergeben sich nach der Uranometrie wie folgt:

Von 13^h 40^m und −70° 0′ an Stundenkreis bis −64°, Parallel bis 14^h 32^m, Stundenkreis bis −55°, Parallel bis 15^h 20^m, Stundenkreis bis −60°, schräge Linie bis Punkt 14^h 42^m, −70° und Parallel bis 13^h 40^m.

Dem blossen Auge sichtbare Sterne giebt es: 1 Stern 4ter Grösse, 3 Sterne 5ter Grösse, 19 Sterne 6ter Grösse, zusammen also 23 Sterne.

Circinus grenzt im Norden an Lupus, im Osten an Norma und Triangulum Australe, im Süden an Apus, im Westen an Musca und Centaurus

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5742	Δ 145	7	13^h 44^m·7	−66° 24′	6094	h 4699	7	14^h 41^m·6	−58° 59′
5755	h Mon 1725	—	13 46·5	−66 27	6114	h 4704	9	14 44·5	−62 17
5766	h 4622	10	13 47·9	−65 40	6119	h 4707	7	14 44·5	−68 [illegible]
5777	h 4626	11	13 49·6	−69 50	6123	Δ 172	—	14 45·0	−65 35
5785	h 4630	8	13 50·8	−65 9	6131	h 4709	9	14 46·5	−55 38
5787	h 4632	6	13 51·0	−65 19	6144	h 4712	9	14 48·1	−55 2
5786	h 4631	10	13 51·1	−69 54	6152	h 4714	8	14 49·8	−63 9
5826	h 4641	9	13 58·4	−67 57	6169	h 4719	8	14 52·5	−58 32
5852	h 4654	9	14 3·8	−67 17	6267	h 4746	8	15 7·6	−56 42
5870	h 4658	13	14 6·5	−69 16	6271	h 4747	—	15 7·9	−55 30
6006	h 4684	7	14 27·3	−64 27	6279	h 4749	9	15 9·0	−57 [illegible]
6051	Δ 166	4	14 34·4	−64 33	6312	h 4754	11	15 13·9	−57 [illegible]
6065	Δ 170	8	14 37·6	−55 49	6320	h 4757	5	15 15·4	−56 34
6068	Δ 169	7	14 38·0	−55 11	6338	h 4763	10	15 17·0	−55 [illegible]

Nummer des Dreyer-Catalogs	α	δ	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α	δ	Beschreibung des Objects
	1900·0				1900·0		
5315	13h 47m·0	−66° 2′	○, *stellar* = 10·5 *magn.*	5823	14h 58m·3	−55° 12′	*Cl, cL, Ri, lCM, st* 13...14
5359	13 51·7	−69 55	*Cl, vL, lRi, lC, st* 11	5844	15 2·2	−64 18	*pB, pL, R, vgvlbM*
5715	14 36·2	−57 7	*Cl, L, pRi, CM, st* 11...13				

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe
	1900·0					1900·0			
1	14h 38m 5s	−55° 10′·9	7·5	*R*	4	14h 47m 52s	−59° 42′·1	5·9	*R*
2	14 40 49	−59 1·7	7·7	*R*	5	15 4 52	−61 21·9	6·8	*R*
2	14 44 27	−63 23·8	6·4	*R*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−55°	−65°	−70°	α	
13h 30m	+38s	+42s	+45s	13h 30m	−3′·1
14 0	+41	+45	+49	14 0	−2·9
14 30	+43	+48	+53	14 30	−2·6
15 0	+44	+51	+57	15 0	−2·3
15 30	+46	+54	+60	15 30	−2·0

Columba. (Die Taube.) Sternbild des südlichen Himmels, von Bayer in seine Uranometrie aufgenommen.

Die Grenzen sind folgendermassen angenommen:

Von 5h 0m, −43° 0′ Stundenkreis bis −27° 15′, Parallel bis 6h 7m, Stundenkreis bis −33° 0′, Parallel bis 6h 35m, Stundenkreis bis −43°, Parallel bis 5h 0m.

Nach der Uranometria enthält das Sternbild: 2 Sterne 2 ter Grösse, 4 Sterne 4 ter Grösse, 7 Sterne 5 ter Grösse, 40 Sterne 6 ter Grösse, zusammen 53 Sterne, die dem unbewaffneten Auge sichtbar sind.

Columba grenzt im Norden an Lepus und Canis major, im Osten an Puppis (Argo), im Süden an Puppis (Argo) und Pictor und im Westen an Caelum.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α	δ	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α	δ
			1900·0					1900·0	
1945	*h* 3725	9	5h 3m·5	−39° 47′	2009	*h* 3740	7	5h 11m·7	−36° 46′
1954	*h* 3728	6	5 5·3	−41 21	2022	Δ 19	7	5 12·7	−33 49
1959	*h* 3730	9	5 6·4	−35 24	2033	*h* 3744	10	5 14·2	−38 4
[illegible]	*h* 3734	10	5 8·8	−43 0	2034	*h* 3745	7	5 14...	−34 7
1961	*h* 3732	8	5 8·9	−27 18	2045	*h* 3749	10	5 15·7	−30 10
1962	*h* 3735	9	5 9·8	−32 2	2058	*h* 3751	9	5 16·7	−33 29
[illegible]	*h* 3737	9	5 9·9	−36 10	2065	*h* 3753	8	5 17·7	−35 49

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2084	*h* 3757	7	5^h 19^m·7	−31° 51′	2394	*h* 3819	4	5^h 54^m·0	−35° 17′
2112	*h* 3760	6	5 22·3	−35 26	2412	*h* 3823	9	5 56·6	−31 3
2132	*h* 3762	6	5 24·1	−32 30	2421	*h* 3826	10	5 57·8	−41 28
2160	Δ 22	6·7	5 28·0	−42 23	2417	*h* 3825	7	5 58·1	−27 26
2171	*h* 3769	10	5 28·6	−40 27	2426	*h* 3827	9	5 58·6	−41 10
2200	*h* 3775	11	5 31·9	−31 31	2453	*h* 3831	9	6 1·1	−41 9
2211	*h* 3776	9	5 32·8	−27 30	2451	*h* 3830	9	6 1·5	−28 40
2240	*h* 3782	10	5 35·1	−41 15	2458	*h* 3832	9	6 1·7	−33 16
2280	*h* 3794	7	5 40·3	−34 0	2629	Δ 28	7	6 20·5	−36 39
2339	*h* 3806	10	5 47·4	−39 28	2640	*h* 3858	7	6 22·1	−33 58
2350	*h* 3807	7	5 48·4	−41 43	2648	*h* 3860	7	6 22·6	−40 55
2387	*h* 3818	9	5 53·5	−27 20	2738	*h* 3875	6	6 31·9	−36 42

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1792	5^h 1^m·8	−38° 8′	*vB, vL, mE* 314°,	1879	5^h 16^m·1	−32° 15′	*vF, L, R, vglbM*, * 12 *f*
			glbM, rr	1891	5 17·8	−35 49	*Cl, L, sc*, gilt für ⁚
1800	5 2·7	−32 5	*pB, pmE, gpmbM*, * 13 *f*	1963	5 28·7	−36 27	*Cl, st* 8 . . . 11
1808	5 3·9	−37 39	*B, L, E, psbM*	1989	5 30·7	−30 52	*vF, S, R, lbM, st mr*
1811	5 4·8	−29 25	*cF, S, lE*	1992	5 30·8	−30 58	*eeF, vS*
1812	5 5·0	−29 23	*F, S, R, glbM*	2049	5 39·4	−30 7	*vF, S, R, bM*
1827	5 6·6	−37 6	*vF, vmE*, * 11 *inv*,	2061	5 40·3	−34 0	*Cl, L, lC, st* 13
			ein langer Streifen	2090	5 43·4	−34 17	⊕, *B, pL, iR, gbM*
1851	5 10·8	−40 9	⊕, *vB, vL, R,*	2188	6 6·5	−34 5	*pF, pL, vmE, gvlbM*
			vsvvbM, rrr	2255	6 30·4	−34 44	*eF, S, lE, vlbM*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
T Columbae	5^h 15^m 38^s	−33° 48′·7	7·6	11·3	1889 Oct. 6 + 218 *E*
S „	5 43 10	−31 43·7	8·0	< 10	
R „	5 46 40	−29 13·2	7·9	11·4 <	1894 Dec. 27 + 164 *E* ?

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	5^h 8^m 23^s	−37° 31′·0	6·8	*R*	5	5^h 56^m 4^s	−42° 49′·2	4·0	*RR*
2	5 16 57	−34 47·6	6·7	*R*	6	5 57 39	−33 54·7	5·9	*R*
3	5 29 45	−35 11·7	6·4	*R*	7	6 4 48	−42 8·2	5·8	*R*
4	5 31 46	−33 8·0	6·0	*R*	8	6 33 38	−38 3·6	6·5	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	—25°	—35°	—45°	α	
5^h 0^m	$+25^s$	$+22^s$	$+18^s$	5^h 0^m	$+0'.8$
5 30	+25	+22	+18	5 30	+0·4
6 0	+25	+21	+18	6 0	+0·0
6 30	+25	+22	+18	6 30	—0·4
7 0	+25	+22	+18	7 0	—0·8

Coma Berenices. (Das Haar der Berenice.) Sternbild des nördlichen Himmels, von HIPPARCH als eigenes Sternbild aufgezählt, auf Vorschlag von TYCHO BRAHE definitiv angenommen.

Als Grenzen gelten:

Von Punkt 12^h 0^m, +15° 0′ an Stundenkreis bis +31°, Parallel bis $13^h 40^m$, schräge Linie nach Punkt 13^h 26^m + 23°, Stundenkreis bis + 15° und Parallel bis 12^h 0^m.

HEIS giebt an: 2 Sterne 4ter Grösse, 17 Sterne 5ter Grösse, 51 Sterne 6ter Grösse, in Summa 70 Sterne, welche dem blossen Auge erkennbar sind.

Coma Berenices grenzt im Norden an Canes venatici, im Osten an Bootes, im Süden an Virgo, und im Westen an Leo.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5153	Σ 1596	6	11^h 59^m·2	+22° 1′	5366	OΣ 252	7·8	12^h 34^m·2	+21° 47′
5210	*h* 2601	10	12 6·8	+20 58	5368	*h* 213	—	12 35·5	+15 48
5232	*h* 3337	—	12 10·5	+15 28	5391	OΣ 253	7	12 39·0	+21 44
5247	OΣ 245	6	12 12·5	+29 29	5400	*h* 521	—	12 40·2	+27 57
5259	*h* 2607	10	12 14·2	+19 57	5411	Σ 1680	8·9	12 44·3	+22 19
—	β 27	7	12 15·0	+14 25	5413	*h* 522	6	12 44·4	+28 6
5269	Σ 1633	8	12 15·6	+27 37	5420	Σ 1685	7	12 47·0	+19 43
5270	Σ 1634	8	12 15·7	+23 29	5421	Σ 1684	7	12 47·0	+26 13
5271	*h* 517	12	12 15·7	+26 19	5431	*h* 218	11	12 48·4	+18 41
5274	*h* 518	—	12 17·0	+29 42	5430	Σ 1687	5	12 48·4	+21 47
5277	Σ′ 1415	5·5	12 17·5	+26 24	5462	Σ 1700	8	12 53·9	+27 39
5283	*h* 208	10	12 18·6	+15 30	5561	Σ 1699	7·8	12 53·9	+28 1
5282	Σ 1637	8·9	12 18·6	+23 59	—	β 112	6·5	12 55·8	+18 55
5293	Σ 1639	7	12 19·4	+26 9	5477	Σ 1707	8·9	12 56·3	+16 25
5306	*h* 3338	8	12 22·2	+27 35	5482	Σ 1709	7	12 57·6	+24 2
5305	Σ 1643	8	12 22·2	+27 36	5490	Σ 1714	8·9	12 58·7	+24 11
5311	*S* 638	—	12 23·8	+26 29	5489	Σ 1713	8	12 58·7	+26 19
—	β 1080	5·4	12 23·9	+26 28	5500	*h* 220	8	13 0·6	+15 15
5316	*h* 3339	—	12 24·7	+29 11	5506	*h* 2638	7	13 1·4	+29 33
5325	Σ 1650	8·9	12 26·6	+25 11	5514	OΣ 260	8	13 3·2	+27 26
5326	Σ 1651	8	12 26·8	+27 34	5515	Σ 1722	8	13 3·5	+16 1
5329	Σ 1652	8·9	12 27·5	+21 39	5523	Σ 1728	6	13 5·1	+18 3
5343	Σ 1657	5	12 30·1	+28 56	5542	*S* 648	—	13 8·7	+19 36
5354	Σ 1663	8	12 32·2	+21 45	5553	Σ 1733	8	13 11·4	+17 47

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5556	*Hh* 413	—	13ʰ 11ᵐ·6	+17° 36′
—	β 800	7·1	13 11·8	+17 34
5568	*h* 223	9	13 15·3	+16 5
5574	Σ 1737	7·8	13 16·9	+18 18
5578	*Hh* 415	—	13 17·1	+17 35
5598	*h* 2651	12	13 20·8	+21 46
5610	*O*Σ 266	7·8	13 23·5	+16 15
5626	*O*Σ 268	7	13ʰ 26ᵐ·1	+24° 44′
5628	*h* 531	9	13 26·6	+29 [illegible]
5641	Σ 1759	8·9	13 29·1	+27 [illegible]
5646	Σ 1760	8	13 29·7	+26 47
5671	Σ 1766	8	13 32·6	[illegible]
5674	*h* 3341	10	13 33·2	+28 [illegible]
5695	*S.C.C.* 491	—	13 36·0	+28 34

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
759′	12ʰ 0ᵐ·0	+20° 49′	*pB, pL, Epf*
4084	12 0·1	+21 47	*F, S*
4086	12 0·4	+20 47	*F, pS, R*
4089	12 0·5	+21 7	*vF, S, R*
4090	12 0·5	+20 51	*vF, vS,* * 15 *f*
4091	12 0·6	+21 7	*vF, S, R*
4092	12 0·7	+21 2	*F, pS, R,* * 11 *np*
4093	12 0·8	+21 5	*eF, vS*
4095	12 0·8	+21 8	*vF, vS*
4098	12 1·0	+21 10	*eF, eS, R, bM*
4099	12 1.0	+21 12	*eF, eS*
4101	12 1·0	+26 7	*eF, vS, R, vgbM*
4104	12 1·5	+28 44	*pB, pS, lE, bM*
4110	12 1·9	+19 6	*F, S*
4115	12 2·1	+14 58	*eF,* vermuthet
762′	12 3·1	+26 19	*pB, S, R, N* = 12 *m*
763′	12 3·2	+26 22	*F, vS, N* = 13 *m*
4126	12 3·5	+16 42	*vF, S, R, pslbM, bet 2vS st*
4131	12 3·8	+29 51	*cF, S, R*
4132	12 3·9	+29 48	*cF, S, iR*
4134	12 4·1	+29 44	*pF, pL, lE*
4136	12 4·2	+30 29	*F, vL, vgmbM*
4146	12 5·0	+16 59	*vF, pS*
4147	12 5·0	+19 6	⊕, *vB, pL, R, gbM, rrr*
765′	12 5·4	+16 42	*vF,* vermuthet
4152	12 5·5	+16 35	*pB, pL, R, pgmbM, r*
4153	12 5·7	+18 55	*B, pL, E, bM*
4155	12 5·8	+19 35	*eF, vS*
4158	12 6·1	+20 44	*F, pS, lE, bM, pB* * *sf*
4162	12 6·8	+24 41	*B, L, iE, bM*
4166	12 7·0	+18 18	*vF, S*
4170	12 7·2	+29 46	*eF*
4169	12 7·3	+29 43	*F, S*
4171	12 7·3	+29 45	*eF*
7173	12 7·3	+29 44	*F, S*
4174	12ʰ 7ᵐ·4	+29° 41′	*F, S*
4175	12 7·5	+29 43	*F, cS*
4185	12 8·3	+29 4	*cF, L, R,* [illegible]
4186	12 8·4	+15 18	*pF, S, R*
4192	12 8·7	+15 27	*B, vL, mE* 152°, [illegible]
4196	12 9·5	+28 58	*pB, S, R,* [illegible] *
4204	12 10·2	+21 13	*vF, cL, iR,* [illegible]
772′	12 10·2	+24 33	*vF, vS, stell*
4209	12 10·4	+29 3	*F, pL*
4211	12 10·6	+28 44	*vF, cS,* [illegible]
4213	12 10·6	+24 33	*cF, vS, R*
4237	12 12·1	+15 53	*pB, pL, lE,* [illegible]
4239	12 12·2	+17 4	*F, pL, R*
4245	12 12·6	+30 10	*cB, pL, viE,* [illegible]
4251	12 13·1	+28 44	*vF, S, E,* [illegible] * 6·7 *f* 30-
4253	12 13·5	+30 24	*vF, vS, R*
4254	12 13·8	+14 59	[illegible]*B, L, R,* [illegible] Spiralneb. mit 3 A[illegible]
4462	12 14·4	+15 26	*B, S, R, r*
777′	12 14·5	+28 51	*vF*
779′	12 14·8	+30 27	*F*
4274	12 14·8	+30 10	*vB, vL, E* 90°, [illegible]
4275	12 14·8	+28 11	*F, S, vlE,* [illegible] * 13 [illegible]
780′	12 14·9	+26 19	*pB, S, R, N* = 12 [illegible]
781′	12 15·0	+15 32	*vF, S,* [illegible]
4278	12 15·1	+29 50	*vB, pL, R,* [illegible]
4283	12 15·3	+29 52	*F, S, R,* [illegible]
4286	12 15·6	+29 55	*vF*
4293	12 16·2	+18 56	*F, vL, E,* [illegible]
4295	12 16·2	+28 43	*vF, S*
4298	12 16·4	+15 10	*F, L, E,* [illegible]
783′	12 16·6	+16 17	*cF, S,* [illegible]
4302	12 16·6	+15 10	*L, mE* 177°

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4308	12h 16m·9	+30° 38'	vF, S, vF st inv
4310	12 17·4	+29 46	F, cL, lE
4311	12 17·4	+29 46	F
4312	12 17·5	+16 6	pB, cL, E, gbM
4314	12 17·5	+30 27	cB, L, E 150° ±, sbM, * n p
4321	12 17·9	+16 23	!!pF, vL, R, vg. psbMrN Spiralneb. mit 2 Aesten
4322	12 17·9	+16 27	2 vF neb
4327	12 18·1	+16 20	vF
4328	12 18·1	+16 22	F, S, R, r
4336	12 18·4	+19 59	vF, pL, iR, bi N ?
4338	12 18·4	+29 47	vF, lE, kometenartig
4340	12 18·5	+17 17	pB, S, R, psbM
4344	12 18·6	+18 6	vF, pS, R, vglbM, △ 2 st
4350	12 18·9	+17 15	cB, vS, mE, vsbM
4375	12 20·0	+29 7	F, S, R, bM, * nf 90"
4377	12 20·1	+15 19	B, S, R, smbM
4379	12 20·2	+16 10	pS, R, psbMN
4382	12 20·4	+18 45	vB, pL, R, bM, * np
4383	12 20.4	+17 1	cS, stell oder neb * 11·12
787'	12 20·4	+16 41	eF, pS, R, B * n
4393	12 20·8	+28 7	vF, vL, iF, B * p
4394	12 20·9	+18 46	pB, lE, bM
4396	12 20·9	+16 13	vF, pL, mE
4397	12 21·0	+18 52	vF, S
788'	12 21·1	+16 45	pB, pL, R
4405	12 21·1	+16 44	pF, S, R, vsbM, r
4408	12 21·3	+28 25	F, S, r
4419	12 21·8	+15 36	B, pmE 135° ±, sbM
4421	12 22·0	+16 1	pB, pL, pgbM, B * np
791'	12 22·0	+23 11	BN = 12 m
792'	12 22·1	+16 53	F, S, gbM
4426	12 22·2	+28 23	Cl, F, S
4427	12 22·2	+28 24	vF, ? 2 oder 3 F st in neb
4448	12 23·3	+29 10	B, L, E 90°, sbM
4450	12 23·4	+17 38	B, L, R, gvmbM * r, B * sp
795'	12 23·5	+23 52	pB, S, stell, 13 m
4455	12 23·7	+23 22	F, L, E, gbM, 2 B st nf
796'	12 24.4	+16 58	F, S, Ens, r
4475	12 24·8	+27 48	eF, pL, R
4489	12 25·8	+17 19	pF, cS, R, gbM
4494	12 26·4	+17 20	vB, pL, R, vsmbMN
4495	12 26·4	+29 42	pF, cS, R, pslbM
4498	12 26·6	+17 24	vF, pL, E, ? bi N
797'	12 26·8	+15 41	F, S, R, gbM
4501	12 26·9	+14 59	B, vL, vmE
4502	12 27·0	+17 14	vF, S
798'	12 27·5	+15 59	vF, cS, R
4514	12 27·8	+30 16	eF, vS, R, bM

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4515	12h 28m·0	+16° 50'	F, vS, bM *
4516	12 28·1	+15 8	F, pS, R, r
4523	12 28·6	+15 43	Cl + neb, nahe einem :
800'	12 28·9	+15 55	F, S, R, gbM
4529	12 29·0	+21 5	eF, L
4539	12 29·6	+18 46	pB, pmE
4540	12 29·8	+16 7	F, pS, bM, r
4548	12 30·4	+15 3	B, L, lE, lbM
4555	12 30·7	+27 4	B, pS, iR, vsmbM * 12
4556	12 30·8	+27 28	F, pL
4557	12 30·9	+27 35	Nebelstern
4558	12 30·9	+27 32	vF
4559	12 31·0	+28 31	vB, vL, mE 150°, gbM 3 st f
4562	12 31...	+26 31	S
4561	12 31·1	+19 53	pB, pL, vlE, lbM, r
4563	12 31·3	+27 30	F, vS, R, mbM
4565	12 31·4	+26 32	B, eL, eE 135°, vsbMN = * 10·11
4585	12 33·3	+29 29	vF, eS
803'	12 34·6	+17 8	eF, S, v diffic.
4595	12 34·8	+15 51	pF, pL, R, gbM
4613	12 36·5	+26 38	vF, S, lE
4614	12 36·6	+26 35	F, S, R, * 12 np
4615	12 36·7	+26 37	F, pL, E
808'	12 37·0	+20 30	S nebs Cl
4635	12 37.7	+20 29	vF, L, vglbM
4651	12 38·7	+16 56	cB, L, E 9[illegible]°, gbM, r
813'	12 40·3	+23 35	F, pS, iR, bM
4670	12 40·4	+27 40	pF, cS, R, bM, r
4673	12 40·7	+27 36	F, vS, R, sbM * 10
818'	12 41·9	+30 17	vS, R, bM, * 12 nf 2½'
4685	12 42·2	+20 0	F, S, R, sbM *, rr
821'	12 42·6	+30 20	R, pL, glbM, 2 st sf
822'	12 42·9	+30 37	F, cS, bM
823'	12 42·9	+27 45	vermuthet
4692	12 43·0	+27 46	F, cS, R, bM
4702	12 44·0	+27 46	Cl, F, S, vmC
4710	12 44·7	+15 42	cB, pL, vmE 28°·5, sbMN
4712	12 44·7	+26 1	vF, pL
4715	12 45·1	+28 22	F, S, R
4721	12 45·4	+27 52	vF, vS, ? r
4725	12 45·6	+26 3	vB, vL, E, vg, vsvmbM, eBN
4728	12 45·6	+27 59	eF, eS
4735	12 46·1	+29 28	vF, vlbM
4738	12 46·3	+29 19	vF, E 30°, vlbM
4745	12 46·6	+27 58	eF, * 6 n
827'	12 46·9	+16 49	vF, S, Epf, dif

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4747	12h 46m·9	+26° 18′	*F, pL, lE*
4758	12 47·8	+16 24	*vF, pL, E?*
831′	12 47·8	+27 0	*F, S, R, bM*
832′	12 49·1	+26 57	*F, S, R, bM, D * nf*
4787	12 49·3	+27 36	*vF, vS*
4788	12 49·3	+27 51	*vF, S*
4789	12 49·5	+27 37	*F, R, * 9 att 1′ n*
4793	12 49·8	+29 29	*pB, pS, lE, * 8 nf 1′*
4797	12 50·1	+27 52	*F, S, R, lbM*
4798	12 50·1	+27 58	*pF, pS, gbM*
4805	12 50·6	+28 32	*vF*
4807	12 50·6	+28 4	*F, pS, R, bM*
4816	12 51·4	+28 17	*vF, pL*
4817	12 51·4	+28 32	*vF*, ohne Kern
834′	12 51·4	+26 52	*pF, pS, sbM*
4819	12 51·6	+27 32	*vF, pL, iF*
4821	12 51·6	+27 30	*vF, vS*
4824	12 51·7	+27 59	*vF, vS*
4826	12 51·8	+22 13	*l, vB, vL, vmE* 120°±, *bMSBN*
4827	12 51·8	+27 43	*F, cL*
4828	12 51·8	+28 34	*F, S, R*
835′	12 52·0	+27 0	*F, S, R*
4839	12 52·5	+28 2	*F, pL, R*
837′	12 52·6	+27 2	*F, S, R*
4840	12 52·7	+28 8	*vF, vS*
4841	12 52·7	+29 1	*pF, pL, R, vS * att*
4842	12 52·7	+28 3	*vF, vS*
4848	12 53·2	+28 47	*pF, S, lE*
4849	12 53·4	+26 55	*pB, R, bM*
838′	12 53·4	+26 56	*vF*
4850	12 53·4	+28 31	*F, S, R*
839′	12 53·5	+28 41	*stellar*, 13 *m*
4851	12 53·5	+28 42	*F, vS, r*
4853	12 53·8	+28 8	*F, S, R, pslbM*
4554	12 53·9	+28 13	*vF, pL*, kometenartig
4858	12 54·2	+28 40	*F, vS*
4859	12 54·2	+27 21	*F, vS, R*
4860	12 54·2	+28 40	*pF, S, R*
841′	12 54·4	+22 23	*vF*
4864	12 54·4	+28 31	*F, S*
4865	12 54·4	+28 37	*vF, vS, * 7·8 f 13s*
4867	12 54·5	+28 32	*vF, vS, stell*
4869	12 54·6	+28 27	*cF, S, R, * 7 n*
4871	12 54·7	+28 30	*vF, vS, stell N*
4872	12 54·8	+28 30	*pF, pS, R*
4873	12 54·8	+28 31	*vF, vS*
4874	12 54·8	+28 30	*F*
4875	12 54·8	+28 28	*vF, vS, stell*
4876	12h 55m·0	+28° 28′	*vF, vS*, ohne Kern
4881	12 55·1	+28 47	*F, S, lE, * 9 sf*
4882	12 55·1	+28 31	*vF, S*
4883	12 55·1	+28 35	*vF, S, stellar*
4884	12 55·2	+28 31	Der Hauptnebel unter mehreren
4886	12 55·2	+28 31	*F, S, R*
4889	12 55·3	+28 31	*pB, pmE, bM, * 7 n*
4892	12 55·4	+27 26	*vF*
4894	12 55·4	+28 30	*pF, S, R*
4895	12 55·4	+28 44	*vF, S, R*
4896	12 55·4	+28 51	*vF, vS, R, mbM*
4898	12 55·5	+28 29	*vF, S*
4906	12 55·8	+28 27	*vF, vS, * 15 p*
842′	12 55·8	+29 35	*pF*
4907	12 56·0	+28 42	*eF, vS, * 13 att*
4908	12 56·0	+28 34	*vF, vS*
4911	12 56·1	+28 20	*F, pL, * 11 2′ nf*
4919	12 56·5	+28 21	*vF, vS*
4921	12 56·6	+28 25	*F, pL*
4922	12 56·6	+29 51	*pB, S, R, lbM, * 11·12 f*
4923	12 56·7	+28 23	*vF*
843′	12 56·8	+29 35	*F, bMN*
4926	12 57·0	+28 20	*pB, S, R, [illegible]M*
4927	12 57·1	+28 32	*vF*
4929	12 57·9	+28 35	*F, S, * 16 p* nahe
4931	12 58·2	+28 34	*F, S*
4934	12 58·4	+28 34	*F, S, lE*
4943	12 59·0	+28 37	*vF, vS*
4944	12 59·0	+28 43	*F, S, R, bM, * 9 nf 1′*
4949	12 59·5	+29 34	*eF, S*
4952	13 0·2	+29 39	*F, S, R, [illegible]M * 11*
4957	13 0·4	+28 6	*F, S, R*
846′	13 0·5	+23 38	*vF, R, bM, [illegible]*
4960	13 1·0	+28 1	*F, S, R, N = * 16*
4961	13 1·0	+28 16	*F, S, iF*
4962	13 1·1	+29 37	*eF, vS*
4966	13 1·5	+29 35	*vF, vS, vlE, [illegible]M, [illegible]*
4971	13 2·0	+29 5	*F, vS, lE, [illegible]*
848′	13 2·1	+16 32	*eF, vS, [illegible]*
4978	13 2·9	+18 57	*F, vS, R, [illegible]*
4979	13 3·1	+25 18	*eF, pL, [illegible]*
4983	13 3·5	+28 51	*vF*
851′	13 3·7	+21 35	*vF*
854′	13 5·0	+25 7	*pF, vS, R, [illegible]*
5000	13 5·0	+29 26	*eF, pS, [illegible]*
856′	13 5·8	+21 4	*F, E, [illegible]*
5003	13 6·1	+30 10	*vF, pS, [illegible]*
5008	13 6·7	+25 55	*pF, pL, R*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5012	13h 6m·8	+23° 27′	*pF, cL, E 17°, biN, * 9 f*	868′	13h 12m·6	+21° 8′	*vF, R, lbM*
5016	13 7·3	+24 37	*pB, S*	869′	13 12·6	+21 12	*vF, S, R, lbM*
5024	13 8·0	+18 42	*!, ⊕, B, vC, iR, vvmbM, st 12*	870′	13 12·7	+21 7	*vF, S, R, lbM*
				5081	13 14·4	+29 2	*pF, S, iR, * 7·8 np*
5032	13 8·7	+28 20	*vF, pL, iR*	881′	13 15·0	+16 23	*F, vS, R, stell*
857′	13 8·9	+17 36	*pF, vS, R, gvlbM*	5089	13 15·0	+30 45	*pF, pL, gbM*
858′	13 10·0	+17 45	*F, vS, R, stell, N = 12m*	5092	13 15·1	+23 31	*pB, pL, iR, * 17 s*
859′	13 10·0	+17 45	*pF, R, N = 14 m*	882′	13 15·2	+16 26	*pF, vS, R, stell*
860′	13 10·3	+25 8	*F, vS, R, N = 14 m*	885′	13 17·7	+21 51	*vF, pS, R*
5052	13 10·9	+30 12	*vF*	5116	13 18·2	+27 30	*pF, pS, pmE, glbM, r*
862′	13 11·4	+20 35	*pB, eS, R, N = 12 m*	5117	13 18·2	+28 51	*vF, L, △ 2 st 11 np*
5053	13 11·5	+18 12	*Cl, vF, pL, iR, vgbM, st 15*	5151	13 21·8	+17 24	*vF, S, R, * 8 nf 4′*
864′	13 12·3	+21 13	*vF, pS, R, bMSN*	5158	13 22·9	+18 18	*vF, R*
866′	13 12·4	+21 13	*vF, S, R, lbM*	5251	13 32·8	+27 56	*vF, S, vlE*
867′	13 12·5	+21 10	*vF, R, lbM*				

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Comae	11h 59m 7s	+19° 20′·3	7·4—8·0	< 13·5	1856 Dec. 10 + 361d·8 *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	12h 8m 1s	+29° 11′·3	7·9	*RG*	9	12h 34m 4s	+23° 11′·8	7·0	*O*
2	12 21 59	+28 49·9	4·7	*G*	10	12 41 39	+17 7·7	5·2	*G*
3	12 24 10	+28 50·7	9·0	*O*	11	12 47 13	+17 37·3	6·3	*G*
4	12 24 59	+25 5·8	8·3	*R?*	12	12 53 10	+18 18·1	8·1	?
5	12 25 6	+18 26·9	7·3	*G*	13	12 54 0	+17 56·8	4·8	*RG*
6	12 26 46	+23 30·6	7·4	*R?*	14	13 1 29	+23 9·9	5·8	*O*
7	12 28 34	+25 0·0	7·3	*R*	15	13 3 8	+28 4·8	6·8	*R?*
8	12 31 59	+17 38·7	5·8	*G*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	+15°	+25°	+35°	α	Δδ
12h 0m	+31s	+31s	+31s	12h 0m	−3′·4
12 30	+31	+30	+30	12 30	−3·3
13 0	+30	+29	+29	13 0	−3·2
13 30	+30	+29	+27	13 30	−3·1
14 0	+29	+28	+26	14 0	−2·9

Corona Australis. (Die südliche Krone.) PTOLEMÄI'sches Sternbild am südlichen Himmel mit folgenden Grenzen:

Parallele von — 37° 0' und — 45° 30' und Stundenkreise von 17ʰ 40ᵐ und 19ʰ 40ᵐ.

In der Uranometrie sind angeführt: 2 Sterne 4ter Grösse, 7 Sterne 5ter Grösse, 20 Sterne 6ter Grösse, im Ganzen also 29 mit blossem Auge sichtbare Sterne.

Corona Australis grenzt im Norden an Sagittarius, im Osten ebenfalls, im Süden an Telescopium und Ara, im Westen an Scorpius.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7210	*h* 5004	9	17ʰ 53ᵐ·0	—42° 4'	7427	Δ 222	6	18ʰ 26ᵐ·5	—38° 48'
7233	*h* 5007	9	17 56·5	—37 15	7467	*h* 5052	10	18 31·7	—41 32
7251	*h* 5011	12	17 59·3	—41 46	7472	Δ 223	6	18 32·5	—42 18
7257	*h* 5014	6	18 0·4	—43 24	7548	*h* 5064	6	18 41·6	—37 6
7287	*h* 5025	9	18 3·4	—40 39	7571	*h* 5066	8	18 44·0	—41 11
7289	*h* 5023	8	18 3·7	—40 37	7646	*h* 5074	9	18 52·3	—39 40
7299	*h* 5028	9	18 5·3	—39 22	7667	*Br.* 6556	—	18 54·3	—37 12
7314	*h* 5032	7	18 6·6	—43 14	7714	*h* 5084	6	18 59·7	—37 12
7374	Δ 221	6	18 15·8	—44 10	7771	*h* 5093	8	19 6·5	—43 15

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6496	17ʰ 51ᵐ·8	—44° 14'	*Neb + Cl, pL, mE, gvlbM*	6727	18ʰ 55ᵐ·0	—37° 1'	• 8 in *F, pL, neb*
6541	18 0·7	—43 45	⊕, *B, R, eC, gbM, rrr, st* 15 ··· 16	6729	18 55·2	—37 6	*Var* • (11...) mit Nebel
6726	18 54·9	—37 2	• 6·7 in *F, pL, neb*	6768	19 9·6	—40 22	*vF, S, R, psbM*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grosse Maximum	Grosse Minimum	Periode, Bemerkungen
S Coronae Austr.	18ʰ 54ᵐ 26ˢ	—37° 5'·3	> 9·5	13	
R „	18 55 9	—37 5·6	9·8—11·5	13·2	30ᵈ·6
T „	18 55 14	—37 6·4	> 9·8	13	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	18ʰ 15ᵐ 26ˢ	—38° 42'·1	5·6	*R*	4	18ʰ 52ᵐ 0ˢ	—37° 14'·4	5·5	[illegible]
2	18 32 31	—43 16·4	5·8	*F*	5	19 1 24	—40 39·3	5·0	[illegible]
3	18 49 7	—42 49·8	5·8	*R*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.
$\Delta\alpha$ in Secunden $\Delta\delta$ in Minuten

α \ δ	−35°	−40°	−45°	α	
$17^h\ 30^m$	$+40^s$	$+42^s$	$+44^s$	$17^h\ 30^m$	−0′·4
18 0	+40	+42	+44	18 0	−0·0
18 30	+40	+42	+44	18 30	+0·4
19 0	+40	+42	+44	19 0	+0·8
19 30	+40	+42	+43	19 30	+1·3

Corona Borealis. (Die nördliche Krone.) Sternbild des PTOLEMAUS am nördlichen Himmel mit folgenden Grenzen:

Von Punkt $15^h\ 10^m$ und $+24°$, Stundenkreis bis $+32°$, dann schräge Linie nach Punkt $15^h\ 28^m$, $+35°$. Nun wieder Stundenkreis bis $+40°$, Parallel bis $16^h\ 18^m$, Stundenkreis bis $+24°$ und Parallel bis $15^h\ 10^m$.

HEIS verzeichnet als dem blossen Auge sichtbar: 1 Stern 2ter Grösse, 6 Sterne 4ter Grösse, 7 Sterne 5ter Grösse, 15 Sterne 6ter Grösse, ausserdem 2 Variable, im Ganzen daher 31 Objecte.

Corona Borealis grenzt im Norden und Osten an Hercules, im Süden an Serpens und im Westen an Bootes.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6330	*h* 2774	10	$15^h\ 14^m{\cdot}0$	+25° 22′	6540	*h* 576	7	$15^h\ 51^m{\cdot}1$	+34° 39′
6331	Σ 1932	5	15 14·0	+27 12	6551	*Hh* 486	—	15 52·2	+38 14
6343	Σ 1935	8·9	15 16·1	+31 3	6557	*h* 577	9	15 53·1	+35 46
6353	*h* 2777	7·8	15 18·1	+26 0	6558	*h* 2800	9	15 53·2	+30 21
6362	Σ 1937	5	15 19·0	+30 39	6559	*h* 258	9	15 53·2	+36 21
6374	Σ 1941	8·9	15 21·5	+26 59	6560	*h* 578	14	15 53·6	+32 48
6406	Σ 1950	7	15 25·7	+25 51	6576	*Hh* 489	—	15 56·8	+26 26
6425	Σ 1955	9	15 29·6	+27 2	6578	*Hh* 490	—	15 57·2	+33 37
6429	*h* 2786	8	15 29·6	+39 46	6580	*h* 579	9	15 57·2	+38 3
6431	Σ 1732	8	15 30·4	+27 3	6579	*Mad. A.N.*	—	15 57·4	+30 8
6432	*O*Σ 297	7·8	15 30·5	+25 20	6581	*h* 1285	6·7	15 57·4	+39 28
6436	Σ 1959	8	15 31·0	+35 5	6592	Σ 2004	8	15 59·2	+29 8
6451	Σ 1963	7·8	15 33·8	+30 26	6594	*h* 580	9	15 59·2	+37 22
6455	Σ 1964	6·7	15 34·4	+36 34	6598	*h* 581	10	16 0·2	+32 40
6465	Σ 1965	4	15 35·6	+36 58	6615	*h* 582	10	16 3·5	+35 24
6469	Σ 1967	4	15 38·5	+26 36	6612	Σ 2011	7	16 3·6	+29 15
6486	*h* 2791	9	15 40·1	+38 52	6616	*h* 259	12	16 3·8	+36 4
6483	*h* 572	9	15 40·9	+35 44	6631	*h* 1289	10·11	16 7·1	+39 44
6493	Σ 1973	7	15 42·7	+37 45	6629	*h* 583	11	16 7·2	+36 20
6507	Σ 1977	7·8	15 45·3	+25 46	6633	*O*Σ 305	6	16 7·8	+33 36
6516	*h* 2792	11	15 46·2	+31 33	6639	*h* 260	10	16 8·2	+37 40
6517	*h* 574	9	15 46·4	+32 43	6640	Σ 2022	6	16 8·6	+26 56
6521	Σ 1981	8	15 47·0	+25 25	6635	*O*Σ 306	7	16 9·0	+34 40
6523	Σ 1983	8·9	15 47·0	+35 47	6650	Σ 2029	7	16 9·8	+28 59
6527	*h* 2795	11	15 48·3	+31 38	6654	Σ 2032	5	16 11·0	+34 7
6529	*h* 1280	9	15 48·7	+39 30	6661	Σ′ 1803	5·0	16 12·8	+29 24
6539	*h* 2797	10	15 51·0	+30 9	6669	Σ 2035	8·9	16 14·0	+26 6

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Sterns	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Sterns
5924	15ʰ 18ᵐ·0	+31° 36′	*Neb*•, *vF*, *S*, *F*•*s* nahe	6092	16ʰ 10ᵐ·0	+28° 23′	*vF*, *stell N*
1124′	15 26·2	+24 0	*eeF*, *vS*, *mE*, 2 *st n*	6096	16 10·7	+26 48	*vF*, *vS*, *R*, *bM*
5958	15 30·6	+29 1	*pF*, *pL*, *iR*, *bM*, *r*	6097	16 10·7	+35 22	*Neb* • 13 *m*
5961	15 31·2	+31 12	*pF*, *S*, *Epf*	6102	16 11·6	+28 25	*vF*, *S*, *R*
5974	15 35·0	+32 5	*vF*, *vS*, *R*, *bM*	6103	16 11·8	+32 13	*vF*, *S*, *R*, [illegible]
5991	15 41·0	+24 56	*pF*, *S*, *R*, *mbM*	1208′	16 12·2	+36 47	*vF*, • 7 *m* 105″ [illegible]
6001	15 43·7	+28 57	*vF*, *S*, *R*	6104	16 12·8	+35 58	*vF*, *S*, *iR*
6002	15 43·7	+28 55	*Neb*	6105	16 13·4	+35 8	*F*, *S*, *R*, [illegible]
1138′	15 44·1	+26 30	*vF*, *S*, *iF*, *lbM*, *r*	6107	16 13·6	+35 9	*F*, *vS*
6016	15 51·7	+27 15	*vF*, *S*, *E*	6108	16 13·7	+35 23	*eF*, *vS*, *R*, *lbM*
1166′	15 58·0	+26 35	—	6109	16 14·0	+35 15	*F*, *S*, *R*, [illegible]
6038	15 59·0	+37 38	*vF*, *S*, *R*, • 10 *sf*	6110	16 14·0	+35 20	*eF*, *vS*, *R*, [illegible]
6051	16 0·7	+24 12	*F*, *S*, *R*, *gbMN*, • 10 *sf*	6112	16 14·3	+35 21	*vF*, *vS*, *R*, *bM*
6069	16 4·2	+39 12	*vF* • in *vF*, *vS*, *R neb*	6114	16 14·7	+35 25	*eF*, *S*, *R*, [illegible]
6075	16 7·1	+24 13	*F*,*vS*,*R*,• oder *st inv?rr*	6116	16 15·2	+35 24	*vF*, *vS*, *R*, [illegible]
6076	16 7·1	+24 8	*vF*, *S*, *E*	6117	16 15·7	+37 19	*vF*, *S*, *R*
6077	16 7·1	+24 11	*F*, *sbM*	6119	16 16·2	+38 1	*vF*, *eS*, *R*
6085	16 8·6	+29 39	*F*, *S*	6120	16 16·3	+38 0	*vF*, *vS*, *R*, *D* • [illegible]
6086	16 8·6	+29 44	*F*, *vS*, *stell N*	6122	16 16·6	+37 55	*vF*, *R*, ohne Kern
6089	16 8·8	+33 18	*vF*, *S*, *R*, *bM*	6126	16 17·8	+36 37	*F*, *vS*, *R*, *bMSN*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
U Coronae	15ʰ 14ᵐ 7ˢ	+32° 0′·8	7·5	8·9	Min. 1870 März 25ᵈ 10ʰ 38ᵐ·5 — 3ᵈ 10ʰ 51ᵐ 12ˢ·4 *E* — 0·0018 *E*² Algoltypus
S „	15 17 19	+31 43·6	6·1—7·8	11·9—12·5	1860 Aug. 24 + 360ᵈ [illegible] *E*
R „	15 44 27	+28 27·8	5·8	13·0	irregular
V „	15 45 57	+39 52·3	7·2—7·7	10·3—12	1878 Oct. 21 + 356ᵈ 5 *E*
T „	15 55 19	+26 12·2	2·0	9·5	Neuer Stern vom Jahre 1866

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	15ʰ 17ᵐ 19ˢ	+31° 43′·6	*var*	*GG*, *S* Coronae
2	15 22 43	+27 37·1	8·0	*R*
3	15 29 53	+26 51·4	8·2	*R*
4	15 30 29	+27 3·1	(11)	*R*
5	15 34 0	+24 50·9	7·4	*R*
6	15 44 27	+28 27·8	*var*	? *R* Coronae
7	15 45 57	+39 52·3	*var*	*RR*, *V* Coronae
8	15 53 28	+27 10·1	4·0	*G*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
9	15ʰ 54ᵐ 47ˢ	+36° 18′·4	[illegible]	[illegible]
10	15 55 16	+36 55·6	5·8	*GR*
11	15 55 19	+26 12·2	*var*	[illegible], *T* Coronae
12	16 2 9	+36 47·9	7·5	*RG*
13	16 8 8	+36 41·0	6·2	*G*
14	16 11 43	+27 41·5	6·5	*OR*
15	16 12 13	+36 48·3	7·0	[illegible]
16	16 12 16	+36 7·2	7·9	
17	16 12 42	+36 20·0	[illegible]	*RR*
18	16 16 43	+37 11·7	7·0	*O*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

$\Delta\alpha$ in Secunden $\Delta\delta$ in Minuten

α \ δ	+20°	+30°	+40°	α	
15h 0m	+28s	+26s	+23s	15h 0m	−2′·3
15 30	+27	+25	+22	15 30	−2·0
16 0	+27	+24	+21	16 0	−1·6
16 30	+26	+24	+21	16 30	−1·3

Corvus. (Der Rabe.) PTOLEMAI'sches Sternbild am südlichen Himmel. Als Grenzen gelten nach der Uranometrie:

Von Punkt 11h 50m, −24° 30′, Stundenkreis bis −11° 0′, Parallel bis 12h 50m, Stundenkreis bis −22° 0′, nun schräge Linie bis 12h 20m, −24° 30′ und Parallel bis 11h 50m.

Nach HEIS sind dem blossen Auge sichtbar: 3 Sterne 2ter Grösse, 1 Stern 3ter Grösse, 1 Stern 4ter Grösse, 4 Sterne 5ter Grösse, 17 Sterne 6ter Grösse, im Ganzen also 26 Sterne.

Corvus grenzt im Norden und Osten an Virgo, im Süden an Hydra und im Westen an Crater.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5115	h 4481	8	11h 52m·2	−21° 59′	5280	h 4517	8	12h 18m·2	−19° 42′
—	β 1079	6·2	11 55·6	−21 14	—	β 606	7	12 20·8	−14 24
—	β 457	8·0	11 56·3	−20 58	5301	h 2611	12	12 21·4	−13 2
—	β 458	8·0	11 59·2	−20 29	5304	S 637	—	12 21·9	−19 23
5169	h 4496	8	12 1·0	−18 20	5315	Σ′ 1426	3·0	12 24·7	−15 57
—	β 412	8·0	12 3·2	−18 2	—	β 28	6·5	12 24·9	−12 50
5189	h 1212	9·10	12 4·4	−17 1	5330	h 4527	11	12 28·0	−23 17
5199	Σ′ 1386	7·6	12 6·2	−16 14	5345	β 29	7	12 30·5	−16 17
5203	Σ 3080	8·9	12 6·4	−13 8	5347	Σ 1659	8	12 30·6	−11 28
5206	h 4506	8	12 6·6	−23 25	5355	h 2615	12	12 32·4	−13 20
—	β 920	6·5	12 10·6	−22 48	5373	Σ 1669	6·7	12 36·1	−12 28
—	β 921	7·0	12 12·7	−23 28	5381	h 4542	7	12 37·3	−24 4
5262	Σ 1409	8·5	12 14·8	−14 30	5402	h 4549	10	12 40·6	−23 54
5264	Σ 1631	9	12 15·0	−13 33	5409	h 4551	10	12 42·9	−24 16
—	β 605	6	12 15·0	−21 37	5425	S 643	—	12 47·9	−17 29
—	β 1245	5·5	12 15·4	−21 40					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3969	11h 50m·3	−17° 11′	*eF, vS, gbM, N, * 10 np 4′*	4027	11h 54m·4	−18° 43′	⊕, *pF, pL, R, rr, st 16*
3970	11 50·4	−11 29	*F, S, R, psbM*	4033	11 55·5	−17 17	*pB, S, lE, bM*
3974	11 50·6	−11 26	*vF, S, R, bM*	4035	11 55·9	−15 23	*eF, pL, * 9 m 45° ±*
3981	11 51·1	−19 20	*vF, pL, iF*	4038	11 56·8	−18 19	*pB, cL, R, vgbM*
4024	11 54·0	−17 48	*F, vS, iF, bM*	4039	11 56·8	−18 20	*pF, pL*

Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4050	11h 57m·8	—15° 49′	*F, cL, iR, lbM*
4094	12 0·8	—13 59	*cF, L, pmE, vgbM, 2 st 11 nr*
761′	12 0·8	—12 7	*Neb* * 14 *m*
4114	12 2·1	—13 38	*cF, S, iR, gbM*
766′	12 5·7	—12 6	*pB, Ens, sbMN*=14 *m*
4177	12 7·6	—13 28	*vF, pL, R, vgbM*
4188	12 8·6	—12 1	*eF, pS*
4201	12 10·0	—11 1	*eF, eS, R, bMN*
4225	12 11·6	—11 45	*F, cS, R,* * 170°, 60″
4263	12 14·5	—11 42	*vF, pL, iF*
4265	12 14·5	—11 42	*vF, pS, R*
4279	12 15·2	—11 9	*ecF, vS, R*
4280	12 15·3	—11 8	*ecF, vS, R*
4285	12 15·5	—11 5	*eF, pS, R*
785′	12 17·9	—12 40	*F, vS, R, stell*
786′	12 18·0	—12 39	*vF, eS, R, stell*
4329	12 18·2	—11 59	*vF, vS, R, bMN*
4361	12 19·4	—18 13	*vB, L, R, vsmbMN, r*
4462	12 24·1	—22 37	*pB, pS, E* 130°, *sbM*
4484	12 25·7	—11 5	*pF, S, R, gbM*
4524	12h 28m·7	—11° 28′	*vF, iF, bM*
4594	12 34·8	—11 4	*!, vB, vL, vE* 92°, *vsmbMN*
806′	12 36·9	—16 48	*eF, eS, R,* * 12 nahe
807′	12 37·0	—16 51	*pF, vS, R, gbM*
4680	12 41·7	—11 6	*eF, S,* 1 oder 2 *st nr*
4714	12 45·1	—12 47	*F, pS, R, gbM*
4722	12 45·6	—12 47	*vF, vS*
4723	12 45·6	—12 47	*vF, vS*
4724	12 45·7	—13 48	*F, vS, R, stellar*
4726	12 45·7	—13 43	*vF*
4727	12 45·7	—13 48	*F, pL, R, bM*
4740	12 46·5	—13 47	*pF, pS, R, mbM*
4748	12 47·0	—12 52	*F, vS, iR, gbM*
829′	12 47·2	—14 59	*Neb* * 13 *m*
4756	12 47·7	—14 52	*vF, pS, r*
4763	12 48·0	—16 27	*vF, S, bM*
4782	12 49·3	—12 2	*pF, pS, R, mbM*
4783	12 49·3	—12 3	*pF, pS, R, mbM*
4792	12 49·8	—12 0	*vS, R*
4794	12 50·0	—12 5	*vF, S,* 2 oder 3 *st nr*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Corvi . .	12h14m27s	—18°42′·0	6·8—7·7	< 11·5	1868 Mai 23 + 317·5 *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	12h 3m15s	—24°10′·4	4·2	*R*
2	12 4 59	—22 3·8	2·5	*G*
3	12 14 27	—18 42·0	*var*	*GG, R* Corvi
4	12 14 33	—18 38·6	7·8	*GG*
5	12h29m 8s	—22° 50′·0	7·3	*R*
6	12 36 5	—12 28·0	5·3	*GR*
7	12 38 34	—11 28·1	6·5	*R*
8	12 44 32	—14 32·1	6·3	*GR*
9	12 49 6	—11 6·3	6·0	*GR*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	—10°	—20°	—30°
11h 30m	+31s	+30s	+30s
12 0	+31	+31	+31
12 30	+31	+32	+32
13 0	+32	+32	+33

α	Δδ
11h 30m	—3′·3
12 0	—3·4
12 30	—3·3
13 0	—3·3

Crater. (Der Becher.) Sternbild des PTOLEMÄUS am Südhimmel. Grenzen nach der Uranometrie:

Von Punkt $11^h\,0^m$, $-24°\,30'$ schräge Linie nach $10^h\,45^m$, $-18°\,0'$, nun Stundenkreis bis $-6°\,0'$, Parallel bis $11^h\,50^m$, Stundenkreis bis $-24°\,30'$ und Parallel bis $11^h\,0^m$.

HEIS giebt an: 1 Stern 3 ter Grösse, 4 Sterne 4 ter Grösse, 2 Sterne 5 ter Grösse, 28 Sterne 6 ter Grösse, zusammen 35 Sterne, die mit blossem Auge gesehen werden können.

Crater grenzt im Norden an Leo und Virgo, im Osten an Corvus, im Süden und Westen an Hydra.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4765	Σ 1481	7·8	$10^h\,46^m·8$	− 6° 39′	4903	*h* 840	4	$11^h\,19^m·9$	−17° 8′
4760	*h* 1181	8	10 55·7	−17 47	4920	*h* 4437	9	11 22·7	−23 9
4774	*Hh* 358	—	10 57·2	−15 14	—	β 601	7·5	11 23·9	−16 46
4796	Σ 1509	7	11 1·5	−12 53	4928	*S* 627	—	11 24·2	−16 48
4818	*h* 4410	7	11 3·6	−15 26	4939	*h* 1190	8	11 25·6	− 6 10
4827	*h* 4413	10	11 5·5	−24 2	4987	*h* 4456	8	11 31·7	−23 53
4829	Σ 3068	9	11 6·2	− 8 50	4992	*h* 1192	10	11 32·5	−16 23
—	β 220	6	11 7·5	−17 57	—	β 1078	6·3	11 34·8	−13 55
—	β 916	7·5	11 9·2	−14 58	5021	Σ 3073	7·8	11 35·8	− 8 17
4850	Σ′1293	8·0	11 10·7	−15 49	5049	*Hh* 379	—	11 41·3	− 9 40
—	β 600	6·5	11 11·9	− 6 35	5058	Σ 3074	9	11 42·9	− 8 4
4862	*Sh.* 120	—	11 12·0	− 6 36	5073	*h* 4777	8	11 45·3	−20 16
4870	Σ 1530	8·9	11 14·7	− 6 21	5084	*h* 843	10·11	11 46·9	− 7 50
—	β 26	7	11 18·7	− 9 52					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3402	$10^h\,45^m·2$	−12° 9′	*F, R*	3481	$10^h\,54^m·2$	− 7° 1′	*eF, vS, rr, ? vFCl,* * 9 *sf*
3404	10 45·3	−11 21	*pB, vL, Epf*	665′	10 55·5	−13 20	*F, vS, R, bM*
3409	10 45·4	−16 31	*eF, S, E* 200°, 2 *vF st inv*	3497	10 56·5	−18 56	*vF, vS, iR, glbM*
3411	10 45·5	−12 19	*F, S, R, lbM*	3502	10 57·5	−14 25	*eF, pL, iR, glbM*
647′	10 45·6	−12 20	*eF, vS, dif*	3505	10 57·8	−14 57	*pF, S, R, glbM,* * 14 *nr*
652′	10 45·7	−12 55	*pF, vS, R*	3508	10 58·1	−15 45	*F, bM,* * *nf inv (S, vL?)*
3420	10 45·9	−16 41	*eF, vS, R, psbMN,* * 8 *s* 6′	3511	10 58·4	−22 34	*vF, vL, mE*
3421	10 45·9	−11 42	*F, R*	3513	10 58·7	−22 42	*vF, vL, mE*
3422	10 45·9	−11 42	*F, R*	3514	10 58·8	−18 14	*vF, pL, R, vgvlbM*
[illegible]	10 46·1	−12 6	*F, vS, R, bM*	3518	10 59·5	− 6 1	*eF, eS, lE*
3431	10 46·4	−16 29	*eF, S, E* 130°, *gbM*	3520	11 0·6	−17 24	*eF, vS, iR, gbM, sev vF st inv*
3452	10 48·7	−10 50	*eF, R, S* * *s*				
654′	10 48·9	−11 12	*vF, S, diffic.*	3525	11 1·5	−18 55	*F, pS, gbMN*
[illegible]	10 49·2	−15 30	*eF, att* * 12 *f*	3528	11 2·2	−18 56	*F, S, R, pslbM*
3459	10 49·5	−16 29	*vF, S, E, gbM*	3529	11 2·3	−19 0	*eF, S, R, vlbM*
3469	10 52·0	−13 46	*eeF, S*	672′	11 3·0	−11 56	*vF, vS*
3472	10 52·5	−19 6	*eF, S, R, gbM*	3537	11 3·4	− 9 43	*vF, S, vF, st inv*
3479	10 53·5	−14 25	*eF, pS, E* 90°, *gbMN*	3541	11 3·7	−10 13	*Neb.* *

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3544	11h 4m·5	—17° 44'	vF, L, mE 95°, bM, = 3571?
3546	11 4·5	—12 51	Neb * 12, * 12 2' nf
3565	11 5±	—19 30	vF, vS, R, gbMN
3566	11 5±	—19 30	eeF, eS, R, gbM
3571	11 6·5	—17 44	pF, pL, iF, bM
3578	11 7·9	—15 25	Zweifelhaft, wahrsch. ein Nebel
3591	11 9·1	—13 33	vF, S, iR, lbM
3597	11 9·8	—23 11	vF, pS, R, bM
679'	11 11·6	—13 25	F, S, R, sbM
681'	11 13·5	—11 36	vF, S, iF, diffic.
3634	11 15·3	— 8 27	eF, eS, R, bMN } 85° dist
3635	11 15·3	— 8 27	eF, eS, R, bMN } 0'·4
3636	11 15·4	— 9 44	F, vS, R, lbM, * 7 f
3637	11 15·6	— 9 42	F, vS, R, psbM, * 7 p
3638	11 15·7	— 7 33	eF, vS, 2 st 10 f
3660	11 18·5	— 8 6	F, pL, iR, vgbM
688'	11 18·6	— 9 14	eF, vS, R
689'	11 18·6	—13 17	eF, vS, R, dif
3661	11 18·6	—13 17	F, S, R, stellar
3663	11 18·8	—11 30	eF, * nahe, fächerartig
3667	11 19·2	—13 18	pF, pL, iR, vlbM
690'	11 19·3	— 7 48	pB, S, R, N = 12 m
3672	11 20·0	— 9 15	pB, L, E 0° ±, gbM
3676	11 20·5	—10 4	eF, vS, R, 2 st 10 nf, sf
3688	11 22·7	— 8 36	eF, eS, lE 0°, gbM
695'	11 22·9	—11 10	eF, S, v diffic
3693	11 23·2	—12 38	eF, S, E, gbM
3696	11 23·5	—10 54	eF, eS, R, bMN
3702	11 24·1	— 8 26	eF, eS, R, glbM
3703	11 24·5	— 8 4	eF, vS, gbMN
3704	11 24·8	—10 58	vF, pS, * 9·10 2' sf
3707	11 25·0	—11 0	vF, S, * 15 (neb?) 2s f
3711	11 25·9	—10 31	eF, vS, * 9 s 4'
3715	11 26·5	—13 41	pF, C, R, vgvlbM
703'	11 26·8	—11 3	eeF, S, R
704'	11 26·8	—11 0	eF, vS (? D nahe)
3721	11 27·5	— 8 54	eF, eS, R, gbM
3722	11 27·5	— 9 7	eF, vS, R, sbMN
3723	11 27·6	— 9 23	F, S, R
3724	11 27·7	— 9 9	eF, vS, R, sbMN
3727	11h 27m·8	—13° 19'	eF, eS, R, gbMN, * 11 sf 1'
706'	11 28·2	—12 48	eF, vS, bM
3730	11 28·3	— 9 3	eF, S, lE 140°, [illegible]
3732	11 29·2	— 9 17	F, S, R, psbM, * 14 sp 225°
3734	11 29·6	—13 32	eF, S, R, gbM
714'	11 31·4	— 9 18	vF, pS, lE 170°, gbMN
3763	11 31·6	— 9 18	F, dif, sp 7 st
715'	11 31·8	— 7 49	F, pS, R
3771	11 32·3	— 8 47	vF, eS, R, * 10 p 15s
3774	11 33·3	— 8 24	eF, vS, E 75°, * 9 nf 3'
3775	11 33·4	—10 6	pB, bMN
3777	11 33·5	—12 0	eF, pS, iR, gbM, S * oder neb f
3779	11 33·7	—10 3	eeF
717'	11 34·3	—10 5	eF, pS, E [illegible], dif
3789	11 34·5	— 9 2	eF, vS, E 0°, gbM
3791	11 34·6	— 8 48	vF, vS, R, gbM, * 8 [illegible] 6'
3823	11 37·2	—13 18	F, eS, lE, psbM
721'	11 37·4	— 7 47	pF, pL, E [illegible]
723'	11 37·9	— 7 46	pB, S, N = [illegible]5, r
3831	11 38·2	—12 19	F, vS, R, bM
3836	11 38·5	—16 14	F, S, F st n nahe
3854	11 39·3	— 8 49	eF, vS, lE 70°, gbMN
3858	11 39·6	— 8 44	eF, eS, R, gbM, * 9·5 p 3s
3865	11 40·1	— 8 39	F, pL, dif
3866	11 40±	— 8 43	sf auf 3865, nicht so gross
733'	11 40·9	— 7 36	F, vS, R, gbM, r
734'	11 41·0	— 7 43	F, S, dif
3887	11 42·0	—16 18	pB, L, iR, [illegible]
3892	11 42·9	—10 24	pB, pL, R, gbM, r
3905	11 44·3	— 9 12	vF, L, dif
3942	11 47·7	—10 52	eF, pS, E 160°, [illegible]
743'	11 48·3	—12 42	F, S, dif
3955	11 48·9	—22 37	eF, S, E 170° ±, [illegible]
3956	11 49·0	—20 1	eF, pL, pmE 57°
3957	11 49·0	—19 0	F, S, R, r
3962	11 49·6	—13 25	F, pL, iR, [illegible]
3965	11 50·0	—10 19	eF, eS, R, bMN, * 9·5 nf 4

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Helligkeit Maximum	Helligkeit Minimum	Periode, Bemerkungen
R Crateris . .	10h55m38s	—17°47'·3	> 8	< 9	Veränderlichkeit nicht sicher

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	10h55m38s	−17°47'·3	*var*	*RR, R* Crateris	4	11h27m43s	− 7°16'·7	6·3	*GR*
					5	11 34 47	−16 3·9	6·3	*O*
2	10 58 16	−10 45·7	6·0	*R*	6	11 46 1	−10 39·1	8·4	*R*
3	11 10 38	−12 2·5	6·5	*OR*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

$\Delta\alpha$ in Secunden $\Delta\delta$ in Minuten

α \ δ	−5°	−15°	−25°	α	
10h 30m	+31s	+30s	+29s	10h 30m	−3'·1
11 0	+31	+30	+29	11 0	−3·2
11 30	+31	+31	+30	11 30	−3·3
12 0	+31	+31	+31	12 0	−3·4

Crux. (Das Kreuz.) Berühmtes Sternbild des südlichen Himmels, bekannt unter dem Namen »das Kreuz des Südens«. Früher wurden noch seine Sterne dem Centaurus zugetheilt, so von Ptolemäus und auch Bayer. Wahrscheinlich haben die Araber ein eigenes Sternbild aus ihnen gemacht, welches dann Bartsch in sein Planisphärium aufgenommen hat.

Die Grenzen sind ein Trapez mit den Stundenkreisen 11h 50m und 12h 50m, und den Parallelen — 55° und — 64° als Seiten.

Die Uranometrie verzeichnet als mit blossem Auge erkennbar: 4 Sterne 1ter bis 2ter Grösse, 1 Stern 3ter Grösse, 2 Sterne 4ter Grösse, 6 Sterne 5ter Grösse, 16 Sterne 6ter Grösse, zusammen 29 Sterne.

Crux grenzt im Osten, Norden und Westen an Centaurus, im Süden an Musca.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5133	*h* 4488	6	11h 55m·2	−60° 48'	5308	*h* 4524	9	12h 22m·5	−59° 29'
5155	*h* 4493	9	11 59·4	−56 3	5312	*h* 4525	—	12 24·2	−57 16
5156	Δ 117	7	11 59·6	−61 26	5317	Δ 124	2	12 25·6	−56 33
5194	*h* 4503	9	12 5·5	−58 15	5353	*h* 4534	10	12 32·5	−57 33
5226	*h* 4508	9	12 9·6	−55 13	5374	*h* 4541	—	12 36·5	−62 25
5249	*h* 4512	5	12 13·0	−63 27	5382	*h* 4543	9	12 37·7	−58 21
5279	*h* 4516	8	12 18·2	−63 26	5392	*h* 4547	8	12 39·7	−60 26
5290	*h* 4521	10	12 19·3	−57 34	5399	*h* 4548	5	12 40·6	−55 56
5298	Δ 122	2	12 21·0	−62 32	5405	Δ 125	2	12 41·9	−59 8
5302	*h* 4523	10	12 21·8	−57 3	5429	Δ 126	5	12 48·7	−56 38

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4052	11h 58m·0	−62° 37′	*Cl, pRi, lC*	4349	12h 19m·0	−61° 20′	*Cl, vB, vL, lC, st* 12 ... 14
4103	12 1·5	−60 41	*Cl, pL, pC, iR, st* 10 ... 14	4439	12 23·0	−59 32	*Cl, S, st* 11 ... 12
4184	12 8·3	−62 9	*Cl, mC, st eS*	4609	12 36·5	−62 25	*Cl, pL, pC, iE, st* 10
4337	12 18·5	−67 34	*Cl, pRi, lC, st* 12 ... 14	4755	12 47·7	−59 49	*Cl, vL, st vB* (κ Crucis)

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
T Crucis . .	12h 15m 54s	−61° 43′·6	6·8	7·6	6d·669
R „ . .	12 18 8	−61 4·5	6·8	8·0	1891 Dec. 25 + 5d·827 *E*
S „ . .	12 48 27	−57 53·3	6·6	7·8	1892 Jan. 2 + 4·692 *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	11h 59m 48s	−60° 24′·8	6·6	*R*	5	12h 26m 37s	−55° 34′·6	7·0	*R*
2	12 16 0	−59 50·8	4·0	*RR*	6	12 29 53	−61 17·2	6·7	*R*
3	12 16 38	−55 49·0	6·7	*R*	7	12 47 44	−59 48·4	7½	*R*
4	12 21 58	−58 26·2	6·4	*R*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−55°	−60°	−65°	α	
11h 30m	+29s	+28s	+27s	11h 30m	−3′·3
12 0	+31	+31	+31	12 0	−3·4
12 30	+33	+34	+35	12 30	−3·3
13 0	+36	+37	+38	13 0	−3·2

Cygnus. (Der Schwan.) Ptolemäi'sches Sternbild am nördlichen Himmel, von Ptolemäus kurzweg als »Der Vogel«, bei den Arabern als »Henne« bezeichnet.

Cygnus liegt im glänzendsten Theil der Milchstrasse und ist darum auch reich an interessanten Objecten.

Als Grenzen sind folgende angenommen worden:

Vom Punkt 19h 28m, + 27° 30′, Stundenkreis bis + 45° 0′, Parallel bis 19h 8m, Stundenkreis bis +56° 30′, Parallel bis 19h 44m, Stundenkreis bis +61° 0′, Parallel bis 20h 30m, Stundenkreis bis +56° 30′, Parallel bis 21h 54m, Stundenkreis bis +40° 0′, Parallel bis 21h 46m, Stundenkreis bis +35° 0′, Parallel bis 21h 38m, Stundenkreis bis +27° 30′ und Parallel 19h 28m.

Heis giebt als dem blossen Auge sichtbar an: 2 Sterne 2ter Grösse, 4 Sterne 3ter Grösse, 15 Sterne 4ter Grösse, 34 Sterne 5ter Grösse, 138 Sterne 6ter Grösse, ausserdem 3 Variable und einen Sternhaufen, zusammen 197 Objecte.

Cygnus grenzt im Norden an Draco und Cepheus, im Osten an Lacerta und Pegasus, im Süden an Vulpecula, im Westen an Lyra.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7806	Σ 2479	7	19h 6m·3	+55° 10'	8023	h 1414	10	19h 29m·9	+35° 48'
7824	h 1377	7	19 8·8	+47 12	8022	h 1413	10	19 30·0	+32 36
7828	Σ 2486	6	19 9·5	+49 34	8027	h 1415	11	19 30·3	+32 38
7838	h 1380	9·10	19 10·0	+47 35	8036	h 1420	10	19 30·3	+56 24
7865	Σ 2496	7	19 12·7	+49 53	8033	h 1418	11	19 30·5	+49 48
7875	h 1382	10	19 14·0	+47 49	8030	h 1416	10	19 30·8	+31 39
7899	h 1386	10	19 16·3	+47 50	8034	h 1419	10·11	19 30·8	+47 54
7915	Σ 2511	7	19 17·9	+50 9	8035	OΣ 376	7	19 31·4	+34 0
7909	h 1389	14	19 18·0	+30 40	8053	h 1422	10	19 31·9	+54 49
7911	h 1390	10·11	19 18·3	+30 43	8051	OΣ 377	8	19 32·6	+35 25
7914	h 2869	13	19 18·4	+42 3	8058	OΣ² 187	7·8	19 32·7	+46 12
7917	Σ 2512	7	19 18·8	+31 33	8056	h 1423	7	19 33·2	+29 6
7924	h 1392	12	19 19·1	+46 15	8061	OΣ 378	7·8	19 33·2	+40 47
7931	Σ 2516	8	19 19·2	+55 38	8060	h 1424	11	19 33·5	+32 40
—	β 1129	6·3	19 19·3	+52 11	—	β 1131	5·0	19 33·7	+49 59
7930	h 1393	11	19 19·6	+47 11	—	β 144	9	19 33·8	+30 8
7933	h 2870	11	19 20·3	+39 31	8078	Σ 2555	8·9	19 33·8	+53 9
7937	OΣ 372	7·8	19 20·5	+47 11	8066	h 1425	10	19 33·9	+32 41
7948	OΣ 373	7	19 21·2	+46 14	8076	h 1426	12	19 34·3	+40 56
7944	h 1394	10	19 21·5	+34 59	8080	h 1427	11	19 34·4	+46 5
7947	h 1395	10	19 21·6	+36 56	8077	OΣ 379	7·8	19 34·7	+33 42
7945	Σ 2522	8	19 21·8	+28 34	8086	Σ 2559	5	19 35·2	+49 3
7955	h 1397	12	19 22·2	+33 26	8082	Σ 2557	7	19 35·6	+29 31
7956	h 1398	10·11	19 22·2	+33 29	8094	h 1429	11	19 35·9	+56 0
7953	h 1396	12	19 22·3	+30 16	—	β 656	8·0	19 36·3	+51 35
7959	h 1399	10	19 22·3	+33 27	—	β 145	7	19 37·3	+30 29
7966	h 1400	11	19 22·4	+45 40	8103	h 1431	10	19 37·3	+41 14
7951	Σ 2523	7	19 22·5	+30 58	8102	h 1430	10	19 37·6	+32 59
7958	Σ 2525	7·8	19 22·5	+27 7	8127	Σ' 2348	5·5	19 39·2	+50 18
7963	Σ 2528	8	19 22·8	+32 9	8117	OΣ² 188	8	19 39·3	+37 27
7974	h 1401	11	19 23·2	+47 11	8123	OΣ 383	7	19 39·5	+40 29
7973	σ 621	—	19 23·3	+44 48	8128	h 1434	11	19 40·2	+30 2
7982	h 1402	10	19 24·0	+45 15	8131	OΣ 384	7	19 40·2	+38 5
7978	Σ 2534	8	19 24·1	+36 19	8137	OΣ² 190	7·8	19 40·4	+47 1
7986	OΣ² 182	7	19 24·1	+49 55	8136	Sh 301	—	19 40·8	+33 25
7994	h 1404	10	19 25·8	+46 5	8138	Hh 635	—	19 40·9	+37 18
8000	h 1408	10	19 26·0	+48 52	8151	Dawes 13	—	19 41·6	+44 41
7995	h 1405	10	19 26·1	+40 39	8146	Σ 2576	8	19 41·8	+33 23
7998	h 1406	11	19 26·5	+33 6	8153	Σ 2579	3	19 41·8	+44 53
7997	Σ' 2310	4·0	19 26·7	+27 44	8150	Σ 2578	7	19 42·0	+35 51
7999	h 1407	10	19 26·8	+29 15	8152	Σ' 2357	6·0	19 42·1	+34 46
—	β 134	8·5	19 27·2	+49 17	8155	h 1437	9	19 42·1	+41 13
8011	h 1411	9·10	19 27·4	+53 52	8166	h 1438	9	19 42·1	+55 32
8004	h 1409	9·10	19 27·5	+30 53	8162	h 2898	10	19 42·3	+42 18
8009	h 1410	14	19 27·7	+40 38	8160	h 601	7	19 42·5	+38 13
8006	Σ 2538	9	19 27·8	+36 30	8157	Hh 640	—	19 42·6	+32 50
8008	β 652	7·9	19 28·1	+28 4	8159	Σ 2580	5	19 42·6	+33 30
8015	OΣ 374	7·8	19 28·4	+50 0	8158	h 898	2	19 42·7	+31 27
8029	Σ 2542	8	19 29·6	+52 46	8173	h 1439	8	19 42·7	+55 36

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8163	Σ' 2360	7·1	19h 42m·8	+32° 39′
8161	OΣ 385	7·8	19 42·8	+40 19
	β 147	6	19 43·0	+31 51
8176	*Demb.* 8	—	19 43·8	+44 52
8177	OΣ 386	7·8	19 44·6	+36 54
8178	*S. C. C.* 719	—	19 45·0	+33 11
8179	OΣ 387	7	19 45·0	+35 3
8189	Σ 2588	8	19 45·8	+44 7
8190	h 2903	9	19 46·1	+39 24
8187	h 1441	10	19 46·2	+30 12
8199	h 1444	13	19 46·8	+41 11
8213	h 2906	9·10	19 47·2	+59 1
8217	Σ 2598	8	19 47·8	+54 23
8206	h 1447	9	19 47·9	+33 49
8211	h 603	7	19 48·1	+38 29
8214	h 1448	10	19 48·4	+37 46
8216	h 1445	7	19 48·7	+30 52
8224	h 1449	10	19 49·3	+32 47
8226	h 1450	11	19 49·6	+30 2
8237	h 2910	10	19 49·7	+58 58
8229	h 1451	10	19 50·4	+31 55
8236	h 1452	11	19 50·8	+40 49
8235	h 2909	—	19 50·9	+39 2
8234	OΣ 390	7	19 51·0	+29 56
8254	OΣ² 194	6·7	19 51·7	+59 26
8250	h 604	8	19 52·3	+40 8
8251	h 1455	4.5	19 52·5	+34 50
—	β 980	5	19 52·6	+34 49
—	β 831	8·6	19 52·6	+47 7
8263	h 2916	10	19 52·9	+58 11
8261	Σ 2605	5	19 53·0	+52 10
8266	h 2917	11	19 53·0	+58 10
8262	h 1456	9	19 53·6	+44 1
8265	h 1457	10	19 54·1	+37 39
8273	h 1460	11	19 54·3	+46 31
8274	Σ 2607	7	19 54·6	+41 59
8268	Σ 2606	8	19 54·7	+33 0
8277	OΣ 393	7·8	19 54·7	+44 7
8276	Σ 2609	7	19 55·0	+37 50
8278	h 1461	10	19 55·4	+32 3
8279	Σ 2610	8	19 55·4	+35 16
—	β 1135	6·8	19 55·7	+31 33
8286	Σ 2611	9	19 55·8	+47 5
—	β 1258	8·0	19 56·2	+29 38
8292	h 1464	8	19 56·4	+50 23
8291	h 1463	11	19 56·5	+45 32
8290	OΣ 394	7	19 56·6	+36 7
8303	Σ 2623	8·9	19 56·7	+59 10
8312	Σ' 2403	9·0	19 57·3	+59 4
8301	h 1467	10	19 57·5	+40 38
8305	h 1468	9	19h 58m·0	+40° 1′
8313	Σ 2619	8·9	19 58·1	+47 59
8310	OΣ² 196	7·8	19 58·3	+40 33
8318	Σ' 2408	4·5	19 58·5	+49 49
8319	Hh 658	—	19 58·6	+49 49
—	β 426	8·0	19 59·7	+54 21
8325	Σ 2624	7·8	19 59·8	+35 44
8329	h 1470	8·9	20 0·0	+38 2
—	β 427	8·0	20 0·0	+54 23
8328	Σ 2626	8	20 0·3	+30 15
8332	h 1472	9·10	20 0·5	+43 43
8330	h 1471	6	20 0·7	+31 56
8335	h 2929	10	20 0·7	+42 17
8342	h 1478	11	20 0·9	+43 43
8351	h 1480	9·10	20 0·9	+51 59
8339	h 1475	11	20 1·0	+41 0
8338	h 1474	10	20 1·4	+29 54
8345	h 605	9	20 1·5	+39 12
8352	OΣ² 199	7	20 1·9	+35 20
8354	β 429	7·5	20 2·2	+35 30
8363	h 1481	11	20 2·4	+49 6
8362	Sh 316	—	20 2·8	+35 20
8365	h 1481	11	20 3·4	+34 18
8368	Sh 315	—	20 3·6	+35 28
8381	h 2934	10	20 3·8	+59 8
8371	Σ 2633	8	20 4·0	+32 18
8385	Σ 2638	8	20 5·2	+33 22
8389	Σ 2639	7·8	20 5·5	+35 11
8395	h 1487	10	20 5·5	+40 26
8392	h 606	9	20 5·6	+37 55
8391	h 1485	9·10	20 5·7	+33 7
8397	Hh 670	—	20 5·7	+36 43
8406	h 2936	9·10	20 5·7	+58 50
8407	h 1488	10·11	20 6·6	+45 50
8405	Σ' 2430	8·2	20 6·7	+33 20
—	β 150	8	20 6·7	+33 20
8417	Σ 2645	8	20 6·7	+51 23
8411	OΣ 400	6·7	20 6·8	+43 40
8409	OΣ 399	7	20 7·0	+36 44
8418	β 430	9·0	20 7·5	+35 32
8426	Σ 2648	8	20 7·5	+49 31
8420	h 1490	11	20 7·6	+35 33
8423	h 1491	10	20 7·6	+41 12
8428	Σ 2649	8	20 8·4	+31 47
8433	h 1492	—	20 8·8	+28 54
8437	Hh 675	—	20 8·8	+38 7
8443	OΣ² 203	7·8	20 9·2	+33 54
8452	*A. C.* 17	—	20 9·8	+51 9
—	β 660	7	20 10·3	+43 4
8454	Hh 677	—	20 10·5	+46 26

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8455	Σ 2657	7·8	20h 10m·9	+41° 48'	8592	Σ 2687	7	20h 24m·0	+56° 19'
8457	Σ 2658	7	20 11·0	+52 49	—	β 433	9·0	20 24·1	+55 59
8468	Σ 2659	8	20 12·3	+43 21	8583	h 1517	10	20 24·2	+30 4
8469	Hh 681	—	20 12·4	+47 25	8599	h 1522	10	20 24·6	+58 40
—	β 661	6·5	20 13·0	+40 4	8594	h 1521	9·10	20 25·4	+30 28
8483	OΣ 404	7·8	20 13·1	+52 11	8609	h 1524	10	20 25·7	+50 18
8474	Σ 2663	8·9	20 13·2	+39 24	—	β 1135	8·3	20 25·8	+45 24
8481	h 1500	10	20 13·8	+33 14	8613	Σ 2693	8	20 25·8	+54 10
8491	Σ 2667	8·9	20 14·3	+45 20	8603	h 1523	9·10	20 25·9	+40 40
8488	h 1501	10	20 14·5	+28 14	8602	Σ 2691	8	20 26·0	+37 48
8493	Σ 2666	7	20 14·6	+40 25	8610	h 1525	10	20 26·2	+40 2
8492	OΣ 405	7·8	20 14·8	+32 55	8615	h 1526	10	20 26·8	+35 1
—	β 986	8·1	20 14·9	+34 48	8623	h 2978	10	20 26·8	+59 19
8496	h 2951	9·10	20 14·9	+39 37	—	β 669	5·5	20 27·0	+48 37
—	β 1206	7·8	20 15·4	+36 27	8620	A.C. 18	—	20 27·2	+36 36
8502	h 1503	10	20 15·5	+42 8	8630	Σ' 2490	6·5	20 27·8	+48 53
8510	Σ' 2457	8·0	20 15·6	+55 54	8626	h 1530	10	20 28·1	+41 22
8511	Σ 2669	8	20 15·6	+55 58	8628	h 1531	10	20 28·2	+39 0
8514	Σ 2671	6·7	20 16·0	+55 5	8634	Σ' 2491	5·0	20 28·2	+48 53
—	β 431	8·0	20 16·2	+35 57	8633	h 1533	11	20 28·3	+45 20
8507	OΣ² 205	6·7	20 16·2	+40 50	8631	h 1532	11	20 28·5	+31 20
8521	h 2956	12	20 16·4	+58 21	—	β 1136	8·1	20 28·7	+49 12
8512	Σ 2668	7	20 16·6	+39 5	—	β 434	8·5	20 28·8	+41 31
8516	OΣ 406	8	20 16·6	+45 3	8647	h 1540	8·9	20 29·0	+55 50
—	β 362	7·0	20 16·6	+45 3	8636	Σ 2698	9·10	20 29·1	+27 46
—	β 1207	7·7	20 17·1	+43 32	8639	h 1535	9	20 29·4	+33 2
—	β 1260	8·2	20 17·1	+55 23	8645	h 1539	10	20 29·6	+40 58
—	β 1259	8·3	20 17·2	+30 17	8644	h 1538	10·11	20 29·8	+33 17
8525	h 1505	8	20 17·8	+43 17	8648	OΣ 408	7	20 30·1	+34 20
—	β 663	6	20 17·9	+53 17	8652	h 1541	10	20 30·3	+46 42
8531	Σ' 2466	2·5	20 18·6	+39 56	8651	h 609	10	20 30·6	+40 8
—	β 665	2·4	20 18·6	+39 56	8650	Σ 2700	6·7	20 30·7	+32 9
8537	OΣ² 206	7·8	20 19·2	+38 53	8653	h 1542	9·10	20 31·0	+32 38
8543	h 1510	10	20 19·2	+47 27	8654	h 1543	9	20 31·2	+33 1
8545	h 1511	11	20 19·3	+47 27	8662	h 1545	10	20 31·3	+55 57
8535	h 1506	8·9	20 19·3	+25 23	8655	h 1544	11	20 31·4	+27 33
8546	OΣ² 207	6·7	20 19·5	+42 40	8659	OΣ² 208	7·8	20 31·5	+46 31
—	β 666	8·5	20 19·7	+53 19	8665	h 1546	9·10	20 31·6	+56 2
8554	Σ 2681	7·8	20 20·1	+53 5	8658	Σ 2702	8·9	20 31·7	+34 49
8549	h 1512	10·11	20 20·2	+28 42	8673	h 1551	9·10	20 32·6	+56 3
8553	h 1513	9	20 20·4	+46 11	8675	h 1552	9·10	20 32·7	+56 0
8552	S.C.C.747	—	20 20·5	+38 11	8666	h 1547	10	20 32·8	+29 29
8565	h 2965	11	20 20·8	+58 31	8668	h 1548	11	20 32·8	+38 3
—	β 432	8·0	20 21·0	+55 27	8670	h 1549	11	20 32·9	+47 24
8562	h 1514	9	20 21·4	+45 8	8677	h 610	10	20 33·6	+40 8
8582	h 1516	7	20 22·7	+54 23	8676	Σ 2705	7·8	20 33·7	+33 1
8571	h 1515	10	20 23·0	+55 8	8683	h 1556	10	20 33·8	+55 35
8590	h 2972	10	20 23·6	+59 58	8681	h 1553	10·11	20 34·2	+39 52
8584	h 1518	10	20 23·7	+45 19	8686	h 1555	9·10	20 34·2	+44 42
—	β 62	8	20 23·9	+29 48	8693	Σ 2707	7	20 34·6	+47 35

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8692	Σ 2708	7	20h 34m·9	+38° 71′	8830	*h* 1594	10	20h 51m·0	+47° 11′
8695	Σ 2711	8	20 35·5	+30 9	8831	*O*Σ 422	7	20 51·2	+44 47
8701	*h* 1558	10	20 35·5	+48 9	8828	*O*Σ 421	7	20 51·5	+31 47
8703	*O*Σ 410	6	20 35·9	+40 14	8833	*O*Σ 423	7	20 51·6	+42 9
8700	Σ 2714	8	20 36·1	+29 26	8834	*h* 1596	9·10	20 51·8	+38 39
8710	Σ 2716	6	20 37·0	+31 57	8836	*h* 1597	10	20 52·1	+46 59
8715	Σ 2719	8	20 37·1	+43 1	—	β 1137	6·0	20 53·2	+50 21
8723	*h* 1562	9·10	20 37·1	+54 54	8838	*h* 1599	9·10	20 53·3	+27 39
8716	*h* 612	—	20 37·3	+38 44	8843	*h* 1600	10	20 53·9	+38 10
8720	*h* 1560	11	20 37·9	+35 33	8850	Σ 2741	6·7	20 55·3	+50 4
8728	Σ'2512	1·5	20 38·0	+44 56	8849	*h* 1601	10	20 55·8	+36 40
8722	*h* 1561	10	20 38·2	+28 17	—	β 68	8·5	20 56·3	+49 50
8736	*h* 1568	10	20 39·0	+35 34	8857	Σ 2743	4	20 56·4	+47 8
8740	*O*Σ 411	7	20 39·0	+45 29	8861	*O*Σ 425	7	20 56·8	+48 17
—	β 675	6	20 39·1	+49 58	—	β 1210	7·6	20 56·8	+48 18
8747	*h* 1571	10·11	20 39·8	+41 10	8862	*h* 1604	10	20 56·8	+48 48
8750	*h* 1572	10	20 40·8	+38 59	8866	*h* 1605	—	20 57·2	+54 5
8752	*h* 1573	14	20 40·9	+40 18	8869	*h* 1606	9·10	20 57·4	+54 9
8753	*h* 1574	13	20 40·9	+40 19	8867	*O*Σ 426	6	20 57·7	+45 45
8755	Σ 2726	4	20 41·5	+30 21	8868	Σ 2746	8·9	20 58·0	+38 52
8762	Σ'2521	2·5	20 42·1	+33 35	—	β 156	8	20 58·3	+46 11
—	β 676	2 6	20 42·2	+33 36	8871	Σ 2747	8·9	20 58·4	+37 16
8768	*O*Σ 412	7·8	20 42·6	+51 18	8873	Σ 2748	8	20 58·5	+39 6
—	β 677	7·0	20 43·2	+34 0	—	β 1138	7·2	20 59·3	+45 27
8770	*h* 1575	10	20 43·2	+38 28	8880	*O*Σ 427	7	20 59·4	+30 39
8773	*H h* 707	—	20 43·5	+36 7	8882	*h* 1609	10	20 59·7	+28 17
8776	*O*Σ 414	6·7	20 43·6	+42 3	8886	$O\Sigma^2$ 214	5	21 0·1	+41 14
—	β 268	7·5	20 43·9	+41 42	8885	*h* 1610	11	21 0·3	+35 44
—	β 365	8·0	20 44·2	+51 25	8890	Σ 2753	7·8	21 0·9	+35 1
8789	*h* 1580	9·10	20 44·8	+55 30	8892	Σ'2551	4	21 1·3	+43 31
8787	Σ 2731	7·8	20 45·3	+39 28	8897	Σ 2757	7·8	21 1·4	+52 0
—	β 366	8·5	20 45·4	+50 7	8898	Σ 2758	6	21 2·0	+38 12
8793	*h* 1581	5·6	20 45·5	+45 44	—	β 679	10	21 2·2	+43 17
8789	Σ 2732	7	20 45·7	+51 32	8900	Σ 2759	8	21 2·3	+32 4
8794	*h* 1582	9·10	20 46·0	+38 9	—	β 158	8	21 2·4	+47 24
8799	*h* 1584	10	20 46·3	+47 42	—	β 680	8	21 2·5	+53 15
8797	*O*Σ 415	7	20 46·4	+30 3	8901	*h* 1611	11	21 2·7	+27 52
—	β 67	7	20 46·4	+30 32	8902	Σ 2760	7·8	21 2·7	+33 44
—	β 250	7	20 46·5	+46 17	—	β 836	9·0	21 3·1	+47 59
8809	*h* 1587	11	20 47·6	+54 28	—	β 988	8·9	21 3·2	+40 57
8807	*h* 1586	7·8	20 48·2	+35 21	8909	*h* 1613	9·10	21 3·3	+41 8
8811	*O*Σ 416	7·8	20 48·4	+43 23	8910	*h* 1614	11	21 3·7	+33 58
8810	*O*Σ 417	7	20 48·8	+28 46	8918	*h* 1615	11	21 4·0	+44 51
—	β 155	7·5	20 49·0	+51 2	8917	Σ 2762	5·6	21 4·4	+29 48
8814	*h* 1589	10	20 49·4	+27 41	8924	*Mayer*	—	21 4·6	+52 15
8815	$O\Sigma^2$ 212	7·8	20 49·4	+30 34	8930	σ 710	—	21 5·5	+38 20
8820	*h* 1591	11	20 49·7	+45 52	8928	*h* 1616	10	21 5·7	+30 36
8823	*O*Σ 418	7·8	20 50·7	+32 20	8938	Σ 2772	9	21 6·3	+43 57
8824	*O*Σ 419	7·8	20 50·7	+36 41	8939	*h* 1618	9·10	21 6·4	+43 36
8825	*O*Σ 420	7	20 50·7	+40 20	8946	*h* 1621	9	21 6·5	+54 38

Numm. des Herschel Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Herschel Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8940	Σ 2773	8	21^h 6^m·6	+43° 35′	9096	Σ 2803	7·8	21^h 26^m·5	+52° 29′
—	β 159	8	21 7·0	+47 7	9092	OΣ 441	7	21 26·7	+41 47
8948	$O\Sigma^2$ 215	6	21 7·1	+47 17	9094	*h* 1653	10·11	21 27·0	+36 26
8952	*h* 1622	10	21 7·3	+54 47	9104	Σ 2802	9·10	21 27·6	+33 22
8951	OΣ 431	7·8	21 7·8	+40 52	9110	*h* 1657	—	21 28·7	+48 0
8955	*h* 1623	10	21 8·5	+36 55	—	β 370	8·5	21 28·9	+52 18
—	β 160	8	21 8·5	+45 18	9120	*h* 1658	9·10	21 29·8	+55 40
8958	*h* 1624	9	21 8·5	+48 15	9123	*h* 1660	12	21 30·7	+45 31
8954	*S.C.C.*779	—	21 8·7	+29 49	9125	Σ 2808	8·9	21 31·4	+30 33
8964	*h* 1625	11	21 9·3	+47 55	9126	*h* 940	—	21 31·4	+30 36
8965	Σ 2779	8·9	21 10·1	+28 40	9129	*h* 1664	10	21 31·6	+32 52
8968	$O\Sigma^2$ 216	7·8	21 10·2	+33 55	9133	*h* 1666	11	21 31·8	+43 6
8970	Σ 2782	8	21 10·2	+42 19	—	β 167	7	21 31·9	+29 36
8973	Σ′2578	8·1	21 10·3	+42 22	9144	*h* 3042	9·10	21 32·3	+51 6
8976	OΣ 432	6·7	21 10·5	+40 44	9148	*h* 1669	8	21 32·7	+50 3
8975	*h* 1627	13	21 10·7	+32 15	9151	*h* 1670	10·11	21 33·9	+29 32
8979	*h* 1628	9·10	21 11·1	+32 10	9156	*h* 1671	9·10	21 33·9	+50 24
8988	*h* 1629	9·10	21 12·0	+46 12	9164	β 686	8·0	21 34·4	+55 19
8992	*h* 1631	7	21 12·0	+50 49	9161	*Dawes* 15	—	21 34·5	+42 51
8995	*Hh* 724	—	21 12·8	+37 21	9162	Σ 2814	6	21 34·7	+35 56
—	β 162	8	21 13·0	+35 21	9170	*h* 1673	10·11	21 35·2	+43 54
8996	*h* 931	10	21 13·1	+31 37	9176	*h* 1674	10	21 35·4	+49 18
9003	Σ 2785	8·9	21 13·7	+39 19	—	β 687	8·0	21 35·5	+55 20
9000	*h* 1632	10	21 13·8	+28 0	9175	OΣ 447	7·8	21 35·6	+41 16
9002	OΣ 433	4·5	21 13·8	+34 28	9177	*h* 1675	9	21 35·8	+39 4
9006	*h* 1633	10	21 13·9	+47 36	9180	*h* 1676	8·9	21 35·9	+46 45
—	β 289	8·5	21 14·2	+34 30	9184	*h* 1678	5	21 36·3	+42 49
9008	*h* 1634	9	21 14·5	+42 19	9185	*h* 1679	10	21 36·3	+43 54
9014	*h* 1635	10·11	21 15·0	+47 21	9189	*h* 1681	10	21 36·4	+47 57
9013	*h* 614	9	21 15·1	+39 19	—	β 372	8·0	21 36·5	+51 6
9024	Σ′2586	7·5	21 16·4	+52 38	9183	OΣ 448	7·8	21 36·6	+28 53
9021	OΣ 437	6·7	21 16·6	+32 2	—	β 274	8	21 37·2	+39 1
—	β 839	8·5	21 16·8	+48 55	9192	Σ′2620	6·2	21 37·5	+40 21
9027	Σ 2789	7	21 16·8	+52 33	—	β 373	9·0	21 37·7	+48 52
9036	OΣ 438	7	21 18·0	+42 44	9199	*h* 1684	9·10	21 38·1	+50 0
9035	*h* 1637	9	21 18·3	+31 32	—	β 688	7·5	21 38·5	+40 35
9039	*h* 1639	11	21 18·3	+43 42	9201	Σ 2820	8	21 38·5	+41 59
9038	Σ 2792	8·9	21 18·7	+28 32	9207	*S* 799	—	21 39·3	+37 49
9044	*h* 1640	10·11	21 18·8	+43 43	9212	*h* 1685	11	21 39·5	+43 49
9052	*h* 1642	10	21 19·2	+54 38	9210	Σ 2822	4·0	21 39·6	+28 18
9054	*h* 1643	10	21 20·2	+49 1	—	β 374	8·0	21 39·7	+50 32
9060	*h* 1644	9	21 21·0	+47 36	9223	*h* 1687	10·11	21 40·0	+45 43
9066	*h* 1645	10	21 21·4	+49 49	9225	*h* 3058	12	21 40·6	+53 15
9065	Σ′2599	6·5	21 21·7	+36 14	9233	*h* 1689	10	21 42·1	+44 38
9067	*h* 935	11	21 22·5	+33 50	9237	*h* 1692	10	21 42·6	+46 46
—	β 369	7·0	21 23·2	+52 19	9257	Σ 2832	8	21 45·6	+50 3
9073	*h* 1646	9	21 23·5	+42 49	9256	*h* 1698	10	21 45·7	+46 48
9083	*h* 1651	10	21 25·2	+47 43	9262	*h* 3062	—	21 46·0	+53 20
9084	Σ 2800	8·9	21 25·2	+49 26	9268	*h* 1700	11	21 46·8	+43 50
9086	*h* 1652	10·11	21 26·0	+33 38	9277	*h* 1701	12	21 47·7	+46 37

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9297	*h* 3066	—	21ʰ 49ᵐ·0	+53° 31′
—	β 841	8·5	21 50·0	+53 50
9308	Σ 2846	8·9	21 50·9	+45 19
9317	*h* 1705	11·12	21ʰ 51ᵐ·6	+46° 35′
9328	OΣ 456	7·8	21 51·9	+52 5

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6783	19ʰ 13ᵐ·9	+45° 49′	*eF, diffic.*
6791	19 17·3	+37 36	*vF*
6792	19 17·7	+42 55	*F, E 26°, glbM,* • 9·5 *sf*
6798	19 21·6	+53 25	*F, vS, R,* • *v nr*
1300′	19 22·2	+52 27	*eF, vS, R*
1301′	19 24·0	+49 5	—
6801	19 25·3	+54 10	*eF, pS, R, F* • *s nr*
1302′	19 27·1	+35 33	*vF,* unbestimmt
1303′	19 27·7	+35 39	*vF, S,* mit *S, Cl*
1304′	19 32·1	+40 49	*F neby*
6811	19 35·2	+46 21	*Cl, L, pRi, lC, st* 11...14
6819	19 37·9	+39 57	*Cl, vL, vRi, st* 11...15
1306′	19 38·1	+37 24	Neblige Gruppe von schwachen Sternen
6824	19 41·5	+55 52	*pB, iF, bM*
6826	19 42·1	+50 17	○, *B, pL, R,* • 11 *M*
6829	19 45·7	+59 39	*eF, pS, R, pB* • *s* nahe
6831	19 46·4	+59 39	*eF, S, R*
6832	19 46·4	+59 10	*Cl, vL, lC, st* 7 . . .
6833	19 46·9	+48 43	○, *stell*
6834	19 48·2	+29 9	*Cl, P, lC, st* 11 . . . 12
6842	19 50·9	+29 1	*F, pL, vlE*
6846	19 52·5	+32 5	*eF, vS,* 3 *st inv*
6847	19 53·0	+29 4	*Neb, r*
6856	19 57·1	+55 51	*Cl, pS pmC, iR, st* 12..16
6857	19 57·9	+33 15	*F,* Milchstrasse
6866	20 0·5	+43 43	*Cl, L, vRi, cC*
6871	20 2·3	+35 30	*Cl, st L* und *S,* : *inv*
6874	20 4·2	+37 57	*Cl, P, lC*
1310′	20 6·2	+34 40	*F neby*
6881	20 7·2	+37 7	○, *stell*
6884	20 7·3	+46 10	○, *stell*
1311′	20 7·4	+40 53	*eF,* mit Kreis von Sternen
6883	20 7·7	+35 33	*Cl, pRi,* : *inv*
6888	20 8·8	+38 6	*F, vL, vmE,* : *att*
6894	20 12·4	+30 15	*!!,* ⊙, *F, S, vvlE*
1315′	20 13·3	+30 22	• 13 mit *eF neb ?*
6895	20 13·6	+49 55	*Cl, pRi, lC*
6896	20 14·0	+30 20	*Cl (+neb?), F, st vS*
1318′	20ʰ 18ᵐ·6	+39° 56′	γ Cygni umgeben von grossen schwachen Nebelstreifen
6910	20 19·5	+40 27	*Cl, pB, pS, P, pC, st* 10 . . . 12
6913	20 20·3	+38 12	*Cl, P, lC, st L* und *S*
6914	20 21·2	+42 10	*vF, vL, iR, dif,* 2 *st att p*
6916	20 21·5	+58 4	*eeF, pS, F* • *p* nahe, *dif*
6940	20 30·4	+27 58	*Cl, vB, vL, vRi, cC, st pL*
6960	20 41·5	+30 21	*!! pB, cL, eiF,* κ Cygni im Innern
6974	20 46·6	+30 16	*Neb* •, *neby cF pf*
6979	20 46·9	+31 45	*vF, S, iE, sev F st f nr*
6989	20 50·6	+44 54	*Cl, cL, st pS*
6991	20 51·8	+46 54	*Cl, L, P, vlC*
1340′	20 52·1	+30 41	vielleicht in Verbindung mit 6995
6992	20 52·2	+31 19	*!!, eF, eL, eE, crF,* 2 Strahlen
6996	20 52·9	+45 6	*Cl, P, lC*
6995	29 53·0	+30 50	*F, eL, neb* und *st* in Gruppen
6997	20 53·0	+44 16	*Cl, P, lC, st L*
7000	20 55·2	+43 56	*F, eeL, dif neby*
7008	20 57·6	+54 9	*cB, L, E* 45° ±, *r,* : *att.*
7011	20 58·5	+46 55	*Cl*
7013	20 59·3	+29 30	*pB, cS, R, psbM, pB* • *nf*
7024	21 2·3	+41 6	*Cl, P, lC, st* 10 . . .
7026	21 2·9	+47 27	*pB, biN,* ⊙
7027	21 3·3	+41 50	○, *stell* = 8·5 *m*
7031	21 4·1	+50 27	*Cl* mehrerer Sterne, *lC*
7037	21 6·7	+33 19	*Cl, pRi, iF, st* 11 15
1363′	21 7·1	+46 27	*F,* • 9·4 am Südende
7039	21 7·7	+45 16	*Cl, vL, pRi, E, st* 10 . . .
1369′	21 8·7	+47 21	*S neb Cl* von *st* 13 *m*
7044	21 9·2	+42 5	*Cl, vF, pL, vRi, vC, st* 15 . . . 18
7048	21 10·7	+45 52	*pF, pL, dif, iR, vlbM*
7050	27 11·2	+35 46	*Cl*
7054	21 16·8	+38 45	*vF, vS, R, F* • *inv*

Nummer des Dreyer-Cataloges	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Cataloges	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7058	21^h 17^m·6	+50° 23′	*Cl, P, lC*	7093	21^h 30^m·6	+45° 33′	*Cl, P, lC*
7062	21 19·7	+45 57	*Cl, pS, pRi, pC, st* 13 . . .	1392′	21 31·4	+34 57	*pB, vmbM* *
1378′	21 20·0	+55 1	*F, dif, F st inv*	7114	21 37·8	+42 23	*Neb. var* *, ? ◯ .
7063	21 20·4	+36 4	*Cl, P, st* 10 . . .	7127	21 40·5	+54 9	*Cl, S, P, lC*
7067	21 21·1	+47 35	*Cl, P, ? neb*	7128	21 40·7	+53 14	*Cl, S, pRi,* mit rothem Stern 9·5
7071	21 23·0	+47 30	*Cl, S, C, cE*				
7082	21 25·8	+46 39	*Cl, L, cRi, lC, st* 10 . . 13	1400′	21 40·7	+52 29	*F, dif, rr*
7086	21 27·1	+51 8	*Cl, cL, vRi, pC, st* 11 . . 16	1402′	21 41·4	+52 48	*F, rr, st* 14 *m*
7092	21 28·7	+47 59	*Cl, vL, vP, vlC, st* 7 . . . 10	7150	21 46·7	+49 17	*Neb*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Cygni .	19^{h}34^m 8^s	+49° 58′·5	5·9—8·0	< 14	1854 Oct. 16 + 425^d·7 *E*
RT „ .	19 40 50	+48 31·9	7·0—7·5	10·0—11·15	1887 Aug. 24 + 191^d·4 *E*
χ „ .	19 46 44	+32 39·7	4·0—6·5	13·5	1763 Juni 3 + 406^d·02 *E* + + 0·0075 E^2 + 25 *sin* (5° *E* + 272°)
Z „ .	19 58 38	+49 45·9	7·1—8·5	11·5 —12	1887 März 11 + 265^d *E*
S „ .	20 3 24	+57 41·9	8·8—11·3	< 14·5	1865 Juni 29 + 322^d·8 *E* + + 15 *sin* (12° *E* + 66°)
RY „ .	20 6 37	+35 38·8	8·5	9·5	
RX „ .	20 7 46	+47 30·9	7·5	8·3	irregulär?
RS „ .	20 9 45	+38 27·8	6—8	8·3—10	irregulär periodisch?
P „ .	20 14 6	+37 43·3	3·5	< 6	neuer Stern vom Jahre 1600
U „ .	20 16 30	+47 34·7	7·0—8·1	9·4—11·6	1871 Juni 7 + 463^d·5 *E* + + 12 *sin* (36° *E* + 324°)
RW „ .	20 25 12	+39 38·8	7·7	10·5	
V „ .	20 38 5	+47 47·1	6·8—9·5	13·5	1881 Juni 12 + 418^d *E*
X „ .	20 39 29	+35 13·6	6·4	7·2—7·7	1886 Oct. 10 + 16^d·3855 *E*
RR „ .	20 42 37	+44 30·2	8·1—8·7	9·3—9·7	1888 Mai 8 + 165^d *E* ?
T „ .	20 43 11	+34 0·4	5·5?	6·?	
Y „ .	20 48 4	+34 17·0	7·1	7·9	Min. 1886 Dec. 9^d 11^h 10^m·8 + 1^d 11^h 57^m 27^s·6 *E*
RZ „ .	20 48 28	+46 58·8	9·1	1·3	
W „ .	21 32 14	+44 55·6	5·0—6·3	6·1—6·7	1884 Nov. 25 + 131^d·5 *E*
RU „ .	21 37 19	+53 52·2	7·5	9·2	1890 Mai 6 + 396^d *E*
Q „ .	21 37 47	+42 23·1	3	14·8	Neuer Stern vom Jahre 1876
RV „ .	21 39 8	+37 33·6	7·1—7·8	8·8—9·3	irregulär.

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	19^{h}18^m 0^s	+49° 16′·7	7·8	*OR*	5	19^{h}22^{m}21^s	+36° 0′·1	8·0	*OR*
2	19 20 16	+35 59·2	7·9	*GG*	6	19 22 38	+34 4·8	8·6	*OR*
3	19 20 45	+47 51·8	7·5	*OR*	7	19 25 49	+45 50·3	8·6	*RR*
4	19 21 55	+50 2·2	7·5	*OR*	8	19 26 43	+27 44·7	3·4	*GG*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
9	19h 27m 14s	+45° 56′·9	7·0	G	56	20h 9m 52s	+49° 9′·1	8·7	R
10	19 27 40	+47 59·5	8·2	O R	57	20 10 29	+46 25·9	4·0	O
11	19 28 1	+31 0·0	8·1	O R	58	20 11 27	+36 33·3	9·5	R
12	19 30 56	+49 2·7	6·5	O	59	20 11 37	+27 30·4	4·8	O
13	19 32 22	+33 31·9	8·1	O R	60	20 12 24	+47 24·6	5·0	O
14	19 34 8	+49 58·5	var	R, R Cygni	61	20 12 41	+53 51·0	7·0	O R
15	19 35 19	+54 43·5	7·5	O R	62	20 13 13	+49 37·8	(var)	R R
16	19 37 27	+42 50·7	6·7	O	63	20 13 21	+40 3·1	5·4	O
17	19 38 32	+50 8·7	7·3	O R	64	20 14 2	+33 46·7	7·8	O R
18	19 39 52	+55 13·7	6·8	O	65	20 14 3	+42 24·6	6·5	O
19	19 40 25	+41 32·0	6·0	O	66	20 14 50	+37 5·1	9·5	R
20	19 40 50	+48 31·9	var	—, RT Cygni	67	20 15 19	+53 42·4	8·[illegible]	O R
					68	20 15 19	+38 41·1	6·5	O
21	19 40 54	+34 10·3	7·0	O R	69	20 15 19	+38 41·1	6·8	O
22	19 41 27	+40 28·1	6·3	O R	70	20 15 29	+33 51·8	8·7	O R
23	19 41 36	+44 40·9	8·0	R	71	20 15 34	+46 13·5	8·0	O R
24	19 43 16	+44 52·5	9·2	R	72	20 16 30	+47 34·7	var	O R, U Cygni
25	19 46 44	+32 39·7	var	R, χ Cygni					
26	19 47 1	+38 27·8	5·5	G	73	20 17 7	+43 32·6	7·5	—
27	19 47 12	+37 34·6	7·0	G G	74	20 17 22	+35 17·7	9·5	R R
28	19 49 35	+33 41·1	7·7	O R	75	20 17 38	+36 36·9	9·5	R R
29	19 50 54	+49 19·8	8·2	O R	76	20 17 56	+37 13·1	9·4	R R
30	19 51 46	+51 35·4	9·0	R	77	20 18 1	+40 7·6	(var)	—
31	19 53 58	+43 59·1	8·2	R R	78	20 19 13	+40 42·1	6·0	G
32	19 57 5	+30 32·9	9·2	R R	79	20 19 52	+31 51·5	5·0	G
33	19 57 14	+51 52·4	7·3	R	80	20 20 4	+48 29·1	8·1	O R
34	19 57 16	+36 50·1	8·5	O R	81	20 21 13	+39 49·4	7·5	O R
35	19 57 34	+36 49·3	6·7	G	82	20 23 52	+45 21·0	8·4	O R
36	19 58 27	+29 47·5	9·1	R	83	20 23 58	+49 3·2	6·0	G W
37	19 58 28	+30 33·0	(9)	—	84	20 24 9	+39 47·3	var	—
38	19 58 38	+49 45·9	var	R, Z Cygni	85	20 24 43	+37 27·8	8·4	R
39	20 0 3	+38 2·7	7·2	R R	86	20 24 50	+27 30·9	8·5	O R
40	20 0 46	+36 32·3	var	R	87	20 25 12	+39 38·8	var	R, RU Cyg.
41	20 1 37	+34 41·9	8·3	O R					
42	20 1 42	+27 50·6	7·8	R	88	20 25 24	+48 35·3	6·8	O
43	20 2 39	+35 41·9	5·5	G	89	20 25 40	+33 30·0	8·7	R
44	20 2 53	+34 37·1	8·5	O R	90	20 27 8	+41 51·4	9·2	O R
45	20 3 24	+57 41·9	var	R?, S Cygni	91	20 27 35	+32 14·0	9·1	O R
46	20 5 2	+35 51·3	8·0	O R	92	20 27 43	+32 11·4	9·0	O R
47	20 5 33	+28 1·6	8·2	O R	93	20 27 49	+45 15·8	8·7	O R
48	20 6 22	+35 58·8	9·0	R?	94	20 28 13	+48 52·8	5·9	G [illegible]
49	20 6 25	+47 33·2	var	R	95	20 30 2	+34 54·7	5·4	G G
50	20 6 37	+35 38·8	var	R R, RY Cygni	96	20 30 23	+27 58·1	(9)	R
					97	20 32 28	+45 59·5	9·1	O R
51	20 6 40	+35 34·1	9·2	?	98	20 33 12	+46 57·4	8·2	O R
52	20 7 20	+35 47·6	—	R	99	20 33 50	+43 43·0	9·0	O R
53	20 7 51	+52 5·0	7·5	O R	100	20 34 43	+41 43·2	7·8	R
54	20 8 28	+38 3·3	7·1	R G	101	20 38 5	+47 47·1	var	R R, V Cygni
55	20 9 45	+38 27·8	var	R, RS Cygni	102	20 39 48	+40 21·4	8·0	O R

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
103	20h 39m 51s	+32° 44'·5	8·4	*OR*
104	20 41 47	+56 7·5	6·0	*O*
105	20 42 9	+33 35·1	2·6	*G*
106	20 42 37	+44 30·2	*var*	*R*, *RR* Cyg.
107	20 43 11	+34 0·4	*var*	*G*, *T* Cygni
108	20 43 24	+49 43·1	9·0	*OR*
109	20 43 28	+45 41·1	(*var*)	*R*
110	20 43 55	+45 12·7	7·0	*OR*
111	20 44 4	+27 52·4	7·9	*R*
112	20 44 32	+36 31·4	7·9	*RG*
113	20 45 14	+32 51·3	9·4	*RR*
114	20 45 23	+45 28·9	(*var*)	*R*
115	20 46 27	+50 24·7	7·3	*OR*
116	20 46 29	+49 43·3	6·8	*O*
117	20 47 39	+47 38·8	7·0	*OR*
118	20 49 51	+33 4·3	6·0	*OR*
119	20 50 55	+33 22·5	7·3	*OR*
120	20 52 49	+31 0·9	9·5	*R*
121	20 54 22	+44 24·1	7·9	*OR*
122	20 54 32	+46 4·9	8·1	*RR*
123	20 54 43	+40 58·2	7·7	*R*
124	20 55 52	+38 26·0	6·5	*RG*
125	20 56 6	+49 37·5	9·4	*R*
126	20 58 52	+44 24·1	6·8	*OR*
127	20 59 12	+38 15·9	6·0	*G*
128	20 59 19	+29 31·7	9·4	*R*
129	20 59 32	+33 19·2	8·0	*OR*
130	21 1 4	+42 5·3	8·3	*OR*
131	21 1 19	+43 31·7	4·0	*GG*
132	21 1 35	+46 8·7	8·4	*OR*
133	21h 2m 7s	+46° 33'·7	8·1	*OR*
134	21 2 10	+38 12·0	5·0	*G*
135	21 2 31	+47 38·2	7·1	*OR*
136	21 3 9	+47 14·6	4·6	*RR*
137	21 5 33	+44 50·8	9·0	*OR*
138	21 7 1	+47 14·9	7·8	*R*
139	21 8 22	+39 44·4	7·8	*RG*
140	21 8 58	+43 39·4	8·0	*R*
141	21 10 7	+45 6·9	7·6	*OR*
142	21 11 51	+46 0·5	8·0	*OR*
143	21 15 21	+49 38·8	7·0	*OR*
144	21 16 51	+48 55·5	8·2	*OR*
145	21 18 39	+41 58·1	9·5	*RR*
146	21 18 55	+40 30·6	7·2	*R*
147	21 19 45	+36 55·3	6·0	*O*
148	21 22 58	+49 16·9	8·7	*R*
149	21 25 48	+49 53·3	9·4	*R*
150	21 26 57	+51 10·1	9·5	?
151	21 29 31	+45 24·5	6·5	*OR*
152	21 32 14	+44 55·6	*var*	*O*, *W* Cygni
153	21 36 15	+42 49·2	5·2	*O*
154	21 37 19	+53 52·2	*var*	*RR*, *RU* Cygni
155	21 37 48	+35 3·1	6·2	*R*
156	21 37 47	+42 23·1	*var*	Nova Cygni
157	21 38 19	+45 18·5	6·2	*OR*
158	21 39 8	+37 33·6	*var*	*RR*, *RV* Cygni
159	21 40 29	+54 9·5	9·5	*R*
160	21 40 40	+53 15·2	9·2	*R*
161	21 42 35	+37 11·8	7·7	*RG*
162	21 51 31	+50 1·4	9·1	*RR*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	+25°	+35°	+45°	+55°	+60°	α	
19h 0m	+25s	+22s	+18s	+13s	+ 9s	19h 0m	+0'·8
19 30	+25	+22	+19	+14	+10	19 30	+1·3
20 0	+26	+23	+20	+15	+11	20 0	+1·6
20 30	+26	+23	+21	+16	+13	20 30	+2·0
21 0	+27	+24	+22	+18	+15	21 0	+2·3
21 30	+27	+25	+23	+20	+17	21 30	+2·6
22 0	+28	+26	+24	+22	+19	22 0	+2·9

Delphinus. (Der Delphin.) PTOLEMAI'sches Sternbild am nördlichen Himmel, mit den Grenzen:

Stundenkreis $20^h\,20^m$ von $+2°$ bis $+20°$, Parallel bis $20^h\,56^m$, Stundenkreis bis $+10°$, Parallel bis $20^h\,48^m$, Stundenkreis bis $+2°$ und Parallel bis $20^h\,20^m$.

Nach Heis sieht das blosse Auge: 1 Stern 3ter Grösse, 4 Sterne 4ter Grosse, 2 Sterne 5ter Grösse, 24 Sterne 6ter Grösse, zusammen 31 Sterne.

Delphinus grenzt im Norden an Vulpecula, im Osten an Pegasus und Equuleus, im Süden an Aquarius und im Westen an Aquila.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8541	Σ 2679	7	20h 19m·9	+19° 15'	—	β 435	8·0	20h 34m·2	+14° [illegible]
8556	*h* 2962	10	20 21·7	+17 22	8679	*Schjellerup*	—	20 34·4	+10 [illegible]
8557	*h* 2963	—	20 22·1	+ 5 31	8684	*h* 1554	5	20 35·0	+15 33
8559	*h* 268	10	20 22·2	+10 55	8685	*S.C.C.*758	—	20 35·0	+15 33
8569	*h* 2966	11	20 22·7	+ 7 42	8683	*O*Σ 409	7	20 35·2	+ 3 4
8567	*h* 917	12	20 22·8	+ 2 51	8698	Σ 2713	8·9	20 36·1	+10 13
8573	*h* 2967	11	20 23·7	+ 3 31	8702	*h* 2987	10·11	20 36·4	+19 41
8579	*h* 2969	11	20 23·8	+16 53	8704	*h* 2988	9	20 36·9	+ 2 36
8576	*h* 2968	11	20 24·0	+ 3 5	8708	Σ 2715	7	20 37·0	+12 10
8581	*h* 2970	10	20 24·4	+ 3 11	8726	*h* 1564	10	20 38·9	+15 43
8586	Σ 2686	8	20 24·9	+ 9 58	8727	Σ 2720	8·9	20 38·9	+16 35
—	β 63	6	20 25·5	+10 34	8731	Σ 2721	8	20 39·0	+19 31
8595	β 987	7·2	20 25·7	+19 5	8734	Σ 2722	8	20 39·1	+19 22
8597	Σ 2688	8	20 26·1	+13 27	8732	*h* 1566	10	20 39·2	+12 8
8596	Σ 2689	8·9	20 26·1	+13 33	8742	Σ 2723	7	20 40·2	+11 57
8598	σ 680	—	20 26·2	+10 51	—	β 64	9	20 40·2	+12 21
8600	Σ 2690	7	20 26·4	+10 56	8745	*O*Σ² 209	7·8	20 40·2	+12 21
8601	*Mayer*	—	20 26·5	+10 42	—	β 834	8·5	20 40·8	+ 6 47
8604	*h* 2974	9·10	20 26·5	+19 47	8751	Σ 2725	7	20 41·6	+15 52
8616	*h* 1527	10	20 27·4	+13 37	8757	Σ 2727	4	20 42·0	+15 46
8617	*h* 1528	11	20 27·5	+12 0	8761	*h* 271	10	20 42·6	+10 57
8619	*h* 2976	10	20 27·9	+ 8 37	—	β 65	6	20 42·8	+ 5 34
—	β 670	8·5	20 28·2	+13 36	8777	*O*Σ² 210	6·7	20 44·0	+ 5 [illegible]
8622	*h* 2977	9·10	20 28·3	+17 42	8780	*h* 1577	8·9	20 45·0	+12 32
8624	Σ 2696	8	20 28·6	+ 5 6	8781	*h* 1578	10	20 45·1	+12 [illegible]
8632	*Mäd. Dorp XI* (16)	—	20 29·2	+11 45	8788	Σ 2730	8	20 46·1	+ 6 [illegible]
					8800	Σ 2733	8·9	20 47·8	+ [illegible] 57
8635	*h* 2979	10	20 29·2	+20 50	8802	*h* 1585	9	20 48·0	+13 4
—	β 1208	7·4	20 29·6	+ 6 32	8812	Σ 2734	7	20 49·3	+12 44
8641	*h* 2981	10·11	20 30·3	+ 2 18	8821	*h* 1592	5	20 50·9	+12 11
8657	Σ 2701	8·9	20 32·2	+11 42	8827	Σ 2736	7	20 52·0	+12 37
8656	Σ 2703	7	20 32·2	+14 23	8840	Σ 2738	7	20 53·9	+14 9
—	β 151	3·5	20 32·8	+14 15	8844	*O*Σ 424	7	20 54·6	+13 11
8663	Σ 2704	3	20 32·8	+14 15	8846	*O*Σ² 213	6	20 55·2	+16 28
8674	*O*Σ 533	5·0	20 34·2	+ 9 44	8847	Σ 2739	8	20 55·2	+15 41

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1320'	20h 21m·4	+ 2° 35'	*pF, S, R, gbM, r*	6927	20h 27m·8	+ 9° 33'	*cF, [illegible]*
6917	20 22·6	+ 7 46	*vF, S, att S**	6928	20 28·0	+ 9 35	*pB, pL, mE*

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1325'	20h 28m·0	+ 9° 32'	*vF, S, sev F st inv*	1329'	20h 39m·0	+15° 14'	*eeF, pL, R, bet 4 st, v diffic.*
6930	20 28·2	+ 9 31	*F, mE*	6955	20 39·2	+ 2 13	*cF, pL, R*
1326'	20 28·2	+ 9 33	*eeF, S, mE, pF * s*	6956	20 39·2	+12 9	*vF, S, stell* : *att*
6933	20 28·7	+ 7 3	*pB, vS*	6957	20 39·7	+ 2 13	*vF, S, R*
6934	20 29·3	+ 7 4	⊕, *B, L, R, rrr, st* 16 . . . , * 9 *p*	6969	20 43·6	+ 7 21	*F, pL, E*
				6971	20 44·4	+ 5 37	*vF, S, R*
6944	20 33·5	+ 6 38	*pF, S, R*	6972	20 45·2	+ 9 33	*F, S, R*
6950	20 36·5	+16 18	*Cl, P, vlC*	6988	20 51·0	+10 6	*eF, pL, R*
6954	20 39·0	+ 2 50	*F, S, vlE*	7003	20 56·0	+17 25	*vF, vS, lE*, * 15 *f* nahe

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Delphini .	20h10m 5s	+ 8°47'·1	7·6—9·0	11·1—12·8	1865 Aug. 26 + 285d·5 *E*, period. Ungleichmässigkeit
W „	20 33 7	+17 55·9	9·5	< 12	Min. 1896 Jan. 5d 13h·7 + 4d 19h 21m·2 *E* Algoltypus
S „	20 38 28	+16 43·7	8·4— 9·5	10·4—12·0	1866 Jan. 19 + 277d·5 *E*
T „	20 40 43	+16 2·1	8·2—10·3	< 13	1864 Sept. 16 + 331d·2 *E*
U „	20 40 53	+17 43·7	6·4	7·3	irregulär
V „	20 43 14	+18 58·0	8·9—9·1	12 ?	1890 Dec. 20 + 540 *E*
X „	20 50 17	+17 14·3	8·0	< 10	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	20h20m13s	+ 7°23'·2	8·8	*OR*	12	20h40m36s	+17°55'·9	8·3	*OR*
2	20 20 55	+ 9 44·6	6·5	*G*	13	20 40 43	+16 2·1	*var*	*GR*, *T* Delph.
3	20 24 3	+11 4·7	8·9	*R*?					
4	20 24 33	+15 55·7	8·3	*GR*	14	20 40 53	+17 43·7	*var*	*GG*, *U* Delph.
5	20 27 16	+15 35·6	8·5	*RG*					
6	20 27 37	+18 17·4	7·4	*RG*	15	20 41 46	+ 2 4·3	*var*	*R*
7	20 31 39	+16 28·4	7·0	*G*	16	20 42 1	+15 46·0	3·5	?
8	20 33 22	+17 54·8	7·0	*GR*	17	20 43 14	+18 58·0	*var*	*V* Delph.
9	20 34 17	+ 9 44·1	5·5	?	18	20 47 3	+ 8 24·1	7·0	*G*
10	20 37 36	+12 16·4	7·4	*G*	19	20 47 6	+13 32·0	7·3	*G*
11	20 38 28	+16 43·7	*var*	*RG*, *S* Delph.	20	20 55 53	+18 56·6	5·9	*G*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten.

α \ δ	0°	+10°	+20°	α	
20h 0m	+31s	+29s	+27s	20h 0m	+1'·6
20 30	+31	+29	+27	20 30	+2·0
21 0	+31	+29	+28	21 0	+2·3

Dorado. (Der Schwertfisch.) Ein schon bei Bayer vorkommendes, von Bartsch eingeführtes Sternbild des südlichen Himmels. Die Grenzen sind nach der Uranometrie:

Eine Curve von $3^h\,45^m$, $-52°\,30'$ (über die Punkte $4^h\,0^m$, $-55°\,0'$ und $4^h\,20^m$, $-58°\,0'$ und $4^h\,30^m$, $-60°\,0'$) nach $4^h\,35^m$, $-62°\,0'$, Stundenkreis bis $-70°$, Parallel bis $6^h\,35^m$, Stundenkreis bis $-64°\,0'$, Parallel bis $6^h\,0^m$, nun eine Curve (über $5^h\,40^m$, $-60°\,0'$ und $5^h\,20^m$, $-57°\,30'$ und $4^h\,40^m$, $-52°\,0'$) nach Punkt $4^h\,16^m$, $-49°\,0'$, von hier schräge Linie nach dem Ausgangspunkt zurück.

Dem blossen Auge sichtbar sind: 1 Stern 3ter Grösse, 3 Sterne 4ter Grösse, 6 Sterne 5ter Grösse, 11 Sterne 6ter Grösse, 1 Veränderlicher und 1 Nebel, also im Ganzen 23 Objecte.

Dorado grenzt im Norden an Horologium und Pictor, im Osten an Pictor und Volans, im Süden an Mensa und im Westen an Hydrus und Reticulum.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1490	Δ 17	7	$3^h\,48^m{\cdot}4$	$-54°\,36'$	1920	*h* 3719	—	$4^h\,58^m{\cdot}2$	$-67°\,24'$
1534	*h* 3625	10	4 6·4	−52 9	1933	*h* 3724	10	5 0·9	[illegible]
1548	*h* 3630	8	4 9·3	−49 13	1967	*h* 3731	9	5 6·2	−56 0
1576	*h* 3635	9	4 12·3	−56 19	1993	*h* 3736	9	5 8·5	−57 [illegible]
1586	*h* 3639	9	4 14·3	−49 14	2002	*h* 3738	10	5 9·5	[illegible]
1653	*R* 4	—	4 22·2	−57 18	2021	*h* 3742	7	5 11·5	[illegible] 41
1675	*h* 3658	9	4 26·2	−49 49	2027	*h* 3743	9	5 11·7	−60 [illegible]
1707	*h* 3665	10	4 30·3	−60 4	2042	*h* 3747	9	5 12·4	[illegible] 41
1713	*h* 3668	3	4 31·8	−55 15	2044	*h* 3748	5	5 14...	−62 [illegible]
1718	*h* 3669	10	4 33·1	−53 4	2076	*h* 3755	8	5 17·4	[illegible]
1727	*h* 3671	10	4 34·1	−50 21	2079	*h* 3756	9	5 17·4	[illegible]
1743	*h* 3679	7	4 35·6	−62 16	2144	*h* 3764	11	5 24·3	[illegible]
1757	*h* 3682	8	4 37·2	−66 19	2161	*h* 3768	10	5 26·1	[illegible] 41
1752	*h* 3680	10	4 38·0	−52 5	2196	*h* 3771	11	5 28·4	[illegible]
1762	*h* 3683	8	4 38·6	−49 9	2205	*h* 3775	11	5 29·1	[illegible]
1770	*h* 3684	9	4 38·8	−67 55	2217	*h* 3779	10	5 30·4	[illegible]
1775	*h* 3686	9	4 40·5	−61 24	2260	*h* 3790	9	5 35·0	[illegible]
1777	*h* 3688	10	4 41·3	−54 7	2271	*h* 3792	9	5 37·1	[illegible]
1781	*h* 3689	9	4 44·4	−65 30	2297	*h* 3796	8	5 39·5	[illegible]
1810	*h* 3696	9	4 45·9	−56 11	2368	*h* 3813	8	5 47·6	[illegible]
1829	*h* 3701	9	4 48·2	−57 39	2361	*h* 3810	9	5 47·7	[illegible]
1835	*h* 3703	9	4 48·2	−62 2	2371	*h* 3815	10	5 48·6	[illegible]
1832	Δ 18	6	4 49·9	−53 38	2400	*h* 3820	7	5 52·0	[illegible]
1856	*h* 3706	8	4 51·2	−57 21	2512	*h* 3838	10	6 5·0	[illegible]
1858	*h* 3707	9	4 51·5	−59 57	2551	*h* 3844	9	6 8·7	[illegible]
1874	*h* 3710	9	4 53·4	−67 4	2574	*h* 3847	8	6 11·9	[illegible]
1880	*h* 3712	14	4 53·5	−68 48	2662	*h* 3862	8	6 21·8	[illegible]
1904	*h* 3716	—	4 56·4	−66 38	2768	*h* 3880	11	6 32·6	[illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1500	3h 55m·6	−52° 57′	*F, vS, R, pmbM,* * 8 *np*
1506	3 57·8	−52 51	*eeF, S, R, bet* 2 *st* 12 u. 13
1515	4 1·6	−54 23	*B, L, vmE* 10°, *bM*
1522	4 3·6	−52 56	*eF, vS, R, vlbM*
1523	4 3·7	−54 22	*vF, R*
1533	4 7·7	−56 23	*vB, vL, R, smbM,* 2 *st* 10 *nf*
1536	4 8·9	−56 44	*vF, R, pL, vlbM*
1546	4 12·5	−56 19	*pB, lE, gbMEN,* : *f*
1549	4 13·0	−55 50	*B, pS, R*
1553	4 14·0	−56 2	*vB, pS, R, gmbM, am* 3 *st*
1556	4 15·0	−50 24	*eF, S, R, vglbM*
1566	4 17·8	−55 11	*B, vL, vg, svmbM,* 15s *d* in *AR.*
1574	4 20·0	−57 12	*pB, S, R, pgbM,* 2 *S st sf*
1578	4 21·2	−51 50	*pF, S, R, bM*
1581	4 22·5	−55 10	*F, S, E, glbM*
1596	4 25·5	−55 15	*B, pL, mE* 15°, *smbM*
1602	4 25·7	−55 17	*eF, pL, lE*
1617	4 29·4	−54 49	*B, L, mE* 106°, *vg, vsmbMN* 5″
1641	4 35·7	−66 0	*Cl, pL, pRi, pmC, st* 11 . . . 16
1644	4 37·3	−66 23	*F, S, R, gbM*
1649	4 38·5	−69 0	*F, pS, R, gbM*
1652	4 38·6	−68 51	*vF, S, R, glbM*
1669	4 42·5	−66 59	*eF, S, R*
1673	4 43·3	−70 0	*vF, S, att* * 10
1672	4 44·2	−59 26	*B, L, smbMN*
1676	4 44·2	−69 0	*vF, pL, iR, r*
1688	4 46·9	−59 58	*pB, pL, iR, pgmbM*
1693	4 48·2	−69 31	*F, S, R*
1695	4 48·3	−69 33	*F, S, R*
1696	4 48·7	−68 23	*vF, E, vlbM*
1697	4 48·9	−68 43	⊕, *pB, L, R, rr*
1698	4 49·5	−69 17	*pB, pS, R, glbM*
1704	4 50·6	−69 55	*F, pS, lE, r*
1703	4 51·4	−59 54	*F, L, R, vglbM,* : *att*
1712	4 51·5	−69 36	*Cl, pB, S*
1706	4 51·6	−63 10	*F, pS, R, vglbM*
1714	4 52·0	−67 5	*vB, S, E* oder *biN, bM*
1705	4 52·1	−53 31	*pF, S, R, pmbM*
1715	4 52·1	−67 4	*vF, S, R, sbM,* 2 *st nr*
1718	4 52·3	−67 13	*F, pS, R, vglbM*
1722	4 52·5	−69 33	*Cl, pF, S, R*
1727	4 52·8	−69 30	*Cl, pB, pS, pmE, st* 12
1731	4 53·4	−67 5	*Cl, pL, lRi, lC, st* 10 . . 15
1732	4 53·6	−68 49	*S, R,* : in *M*
1733	4 53·9	−66 50	*eF, pS, R, gbM*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1734	4h 54m·0	−68° 56′	*pB, L, R, gmbM*
1736	4 54·2	−68 14	*B, R, r*
1737	4 54·3	−69 20	*vF, S*
1735	4 54·3	−67 15	*pF, pS, R,* 2 *st att*
1743	4 54·6	−69 22	*B, pL, R, gbM, r*
1745	4 54·9	−69 20	*F, S*
1748	4 55·0	−69 22	*pB, vS, R*
1751	4 55·0	−69 58	*eF, pL, iR*
1749	4 55·2	−68 21	*vF, R*
1747	4 55·2	−67 20	*Cl, pS, lRi, st vS*
1756	4 55·4	−69 24	*vF, S, R*
1755	4 55·5	−68 22	*vB, pL, R, gbM*
1760	4 56·3	−66 40	*vF, S,* 3 *vS st inv*
1761	4 56·3	−66 38	*Cl, L, mC,* : 9 *m*
1763	4 56·6	−66 34	*vB, vL, vimE*
1764	4 56·6	−67 51	*vF, S, R*
1767	4 57·0	−69 33	— In *Nubec. major*
1765	4 57·3	−62 11	*eF, S, R, glbM*
1768	4 57·3	−68 25	*F, S, R, gbM*
1770	4 57·5	−68 34	*Cl + neb, pL, pRi, st* 11 . . . 18
1772	4 57·5	−69 42	*pB, pS, iR, rr*
1769	4 57·6	−66 36	*B, L, iR, vsmbM* : 10
1773	4 57·9	−66 30	*pF, pL, iR,* 2 oder 3 *B st nr*
1771	4 58·1	−63 17	*vF, mE, glbM,* * 7·8 *np*
1774	4 58·2	−67 24	*B, S, R, smbM,* : + *neb*
1776	4 58·5	−66 34	*vF, S, R, gbM*
1782	4 58·5	−69 33	⊕, *pB, S, R, pmbM, rr*
1783	4 58·8	−66 8	*cB, L, R, vspmbM, r*
1785	4 59·0	−69 0	— In *Nubec. maj.*
1786	4 59·3	−67 53	*vB, pS, lE, vsvmbM* * 9
1787	5 0·0	−65 59	*Cl, vL, pRi*
1793	5 0·3	−69 42	*F, S, R, glbM*
1795	5 0·7	−69 56	*F, pL, lE*
1801	5 1·3	−69 45	*F, pL, R, vglbM*
1796	5 1·5	−61 16	*pF, pS, pmE, vglbM*
1804	5 1·6	−69 14	*F, S, R, bM*
1805	5 2·1	−66 15	*B, vS, vsmbM, st + neb*
1806	5 2·5	−68 8	*pB, L, gbM*
1809	5 2·8	−69 46	*pB, S, R, gbM*
1810	5 3·2	−66 31	*eF, S, R, lbM*
1814	5 3·9	−67 26	*vF, R,* in *Cl*
1816	5 4·0	−67 24	*vF, R,* in *Cl*
1818	5 4·1	−66 34	⊕, *vB, pS, R, vmC, rr*
1820	5 4·3	−67 24	*Cl, pL, Ri, C, iF*
1825	5 4·8	−69 5	— In *Nubec. maj.*
1822	5 4·9	66 21	*vF, S*
1828	5 5·0	−69 31	*F, S, R*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1826	5h 5m·2	−66° 22′	vF, S
1829	5 5·3	−68 11	F, pL, R, r
1830	5 5·3	−69 29	F, pS, R
1824	5 5.4	−69 51	vF, pL, vmE 162°
1831	5 5.8	−65 4	B, L, R, glbM, r
1835	5 5.8	−69 32	cB, S, R, gmbM
1834	5 5.8	−69 21	○? B, cS, lE
1836	5 6·0	−68 46	st + neb
1838	5 6·4	−68 34	Cl, L, vlC
1839	5 6·4	−68 46	st + neb, pB, iF
1842	5 7·3	−67 24	vvF, R
1844	5 7·6	−67 27	pF, pL, R, gbM
1846	5 7·7	−67 35	pB, cL, R, vglbM, r
1847	5 7·7	−69 6	B, S, lE, : in M
1850	5 9·2	−68 53	⊕ l, vB, L, lE, vmCM, rr
1849	5 9·4	−66 26	vF, S, lE, glbM
1852	5 9·6	−67 54	F, L, R, vglbM
1854	5 9·8	−68 58	⊕, cB, S, R, gbM
1855	5 9·9	−68 58	Cl, vB, L, R
1856	5 10·1	−69 15	B, pL, R, gbM, 12s d in AR.
1858	5 10·4	−69 1	B, L, iE, biN, Cl + neb
1853	5 10·5	−57 31	F, S, mE 45°, vgvlbM, * 11 nf
1859	5 11·1	−65 22	F, S, R, vgbM, * 7 nf 6′
1860	5 11·2	−68 53	F, pL, R, vgbM
1863	5 12·1	−68 51	vB, vS, R, r oder stell
1862	5 12·2	−66 16	pF, L, iR, vgbM, r
1864	5 12·8	−67 44	F, pS, iR, bM, r oder stell
1865	5 12·9	−68 53	vF, pL, R, vglbM
1866	5 13·3	−65 35	vB, L, R, vgmbM, r
1867	5 13·5	−66 24	eF, pL, R
1870	5 13·7	−69 14	B, S, R, glbM
1872	5 13·8	−69 26	pB, R, gbM
1874	5 13·9	−69 29	neb + Cl, biN
1868	5 13·9	−64 4	pB, pL, R, vglbM
1869	5 13·9	−67 29	Cl, L, pRi, st sc
1871	5 14·0	−67 34	Cl, lRi
1876	5 14·0	−69 28	pB, iR, biN
1877	5 14·0	−69 29	vF
1873	5 14·1	−67 27	Cl
1880	5 14·3	−69 29	Neb in Cl
1881	5 14·8	−69 24	vF, : p
1882	5 15·3	−66 14	pB, R, vgvlbM, r
1885	5 15·5	−69 5	pB, vS, R, bM
1884	5 15·8	−66 16	eF, pL
1887	5 15·9	−66 26	vF, vS, R
1892	5 16·7	−65 4	eF, pL, E 90° ±, vglbM
1894	5 16·7	−69 34	F, pL, R, sbM, r, st inv
1895	5 17·0	−67 26	pF, pL, R, gvlbM

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1898	5h 17m·5	−69° 45′	F, pS, R
1897	5 17·7	−67 33	eF, S, R
1899	5 17·8	−67 59	F, pS, R, vglbM, 3 st 10 p
1901	5 17·9	−68 42	Cl, BM, lRi, st 7 . . .
1903	5 18·1	−69 26	vB, S, R, gmbM
1900	5 18·3	−63 8	F, pL, lE, vgvlbM, * 7 np
1902	5 18·3	−66 44	⊕, pB, pL, R, pmbM, rr
1905	5 18·5	−67 23	F, S, R, r
1910	5 18·9	−69 19	Cl, L, pRi, iR, st 11 . . . 16
1911	5 19·2	−66 52	F, R, gbM, am st
1913	5 19·2	−69 39	— In Nubec. maj.
1916	5 19·5	−69 30	B, S, R, vgvmbM, r
1917	5 19·6	−69 6	vF, L, R, vglbM
1915	5 19·6	−66 54	eF, pL
1918	5 19·8	−69 44	— In Nubec. maj.
1921	5 20·2	−69 53	vF, pS, lE, r
1919	5 20·2	−66 59	Cl, eF, L, iR, mC, rr
1920	5 20·5	−66 52	pB, pL, R, vglbM
1922	5 20·6	−69 24	— In Nubec. maj.
1923	5 21·2	−65 35	vF, pS, R
1926	5 21·4	−69 38	pB, pL, iR, r, diff
1925	5 21·4	−65 58	Cl, vlRi, lC, st 10
1928	5 21·7	−69 35	pF, pL, R, gbM
1929	5 21·9	−68 1	F
1934	5 22·2	−68 1	Neb
1932	5 22·3	−66 14	pB, S, R, smbM
1933	5 22·3	−66 14	eF, R, stell
1935	5 22·3	−68 3	pF, S, R
1938	5 22·4	−70 2	pB, pS, R, glbM
1939	5 22·4	−70 2	F, S, R, glbM
1936	5 22·6	−68 4	l, pB, S, R
1937	5 22·6	−68 0	vF, pL
1940	5 22·9	−67 17	pB, vS, R, bM, [illegible]
1941	5 22·9	−66 28	vS, [illegible]
1942	5 24·1	−64 2	eF, stell, * 14 + neb
1945	5 24·8	−66 33	eeeF, vvL, [illegible]
1946	5 25·2	−66 29	pF, R, gbM, r
1950	5 25·5	−69 59	—
1949	5 25·6	−68 34	pB, S, R, psbM
1948	5 25·7	−66 21	Cl, cL, Ri, st 13
1947	5 25·8	−64 51	pB, L, R, gbM, * 9 np
1951	5 26·1	−66 41	B, lE, sbM, : 10 und 11
1953	5 26·1	−68 56	pB, S, R, gbM
1955	5 26·4	−67 36	Cl, Ri
1958	5 26·4	−69 56	F, pL, iR, [illegible]
1959	5 26·4	−70 1	F, vL, vgbM
1962	5 27·0	−68 55	vF, pL, R
1965	5 27·3	−68 54	F, S
1966	5 27·4	−68 54	pB, R, psbM, [illegible]
1967	5 27·4	−69 11	— In Nubec. maj.

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1969	5h 27m·4	−69° 56′	F, S
1970	5 27·6	−68 55	Neb
1971	5 27·6	−69 57	Neb
1972	5 27·6	−69 56	Neb, D
1968	5 27·7	−67 32	Cl, Ri
1974	5 28·2	−67 31	Cl, L, irr
1983	5 28·4	−69 4	Cl, vL, pRi, iF
1984	5 28·4	−69 12	Cl, Ort des ⁚
1978	5 28·5	−66 19	vB, vL, lE, vgpmbM
1987	5 28·5	−70 49	F, L, iR
1994	5 29·1	−69 13	Cl, eS, st 11 . . . 16
1991	5 29·2	−67 31	Cl
2001	5 29·6	−68 49	Cl, st 13 m
2002	5 30·4	−66 57	vB, S, R, ⁚+neb in v L Cl
2003	5 30·8	−66 32	B, S, stell, r
2004	5 30·8	−67 22	⊕, B, pL, pRi, C, st 12
2005	5 31·0	−69 50	— In Nubec. maj.
2006	5 31·4	−67 2	Cl, eL, vRi, vBvS N M
2009	5 31·7	−69 15	pF, pS, R, glbM, in Cl
2011	5 32·6	−67 35	vB, S, R, psmbM
2015	5 32·6	−69 20	Cl, vL, Ri, vlC
2014	5 32·7	−67 46	Cl, pL, pC, iF, st 9 . . . 15
2020	5 33·4	−67 47	F, vL, vlE, vglbM
2021	5 33·7	−67 31	vF, S, R, in pL Cl
2027	5 35·0	−66 59	Cl, vL, Ri, st 9 . . . 11
2029	5 35·2	−67 37	pB, pL, R, gbM, in cL Cl
2033	5 35·4	−69 51	Cl, In Nubec. maj.
2030	5 35·5	−66 5	pB, L, iR, gbM
2032	5 35·6	−67 38	B, L, E
2036	5 35·7	−69 7	vF, pL, R, gbM
2034	5 35·8	−66 57	Cl, vL, Ri
2035	5 35·8	−67 39	B, L, R, bM
2037	5 85·9	−69 50	Cl, In Nubec. maj.
2040	5 36·4	−67 38	F, L, iR, glbM, r
2041	5 36·5	−67 3	B, S, R, vglbM
2042	5 36·8	−68 59	Cl, vL, Ri, st 12 . . . 15
2044	5 36·8	−69 16	Cl, In Nubec. maj.
2048	5 37·2	−69 40	vF, L, pmE
2050	5 37·6	−69 27	Cl+neb, mC, iF, st vS
2052	5 37·7	−69 51	eF, vvS, vglbM
2055	5 37·9	−69 29	Cl, vL, Ri, st 10 . . . 15
2053	5 38·0	−67 29	F, pL, lE, gbM
2060	5 38·4	−69 13	Neb, In Nubec. maj.
2062	5 38·9	−66 56	vF, pS, E, glbM, 2st 10 s
2069	5 39·4	−69 8	F, L, E
2070	5 39·4	−69 9	!!, vB, vL
2074	5 39·7	−69 32	pB, pL, mE, 5 st inv
2077	5 40·5	−69 43	F, R
2078	5 40·5	−69 48	Neb

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2079	5h 40m·5	−69° 50′	Neb
2080	5 40·6	−69 42	B, R
2081	5 40·9	−69 27	Cl, vF, mC, st+neb
2083	5 40·9	−69 47	Neb
2084	5 40·9	−69 49	Neb
2085	5 41·0	−69 44	vF, R, * 10 vnr
2086	5 41·2	−69 43	B, pS, R, lbM, * 10 p
2082	5 41·4	−64 20	pF, L, R, glbM
2088	5 41·5	−68 31	vF, S, R
2091	5 41·7	−69 30	vF, S, mE, glbM, ? D
2092	5 42·3	−69 16	vF, pL, R, rr
2093	5 42·4	−68 58	vF, S, R
2094	5 42·6	−68 25	vF, S, R
2095	5 42·7	−67 22	Cl, F, cS, irr
2096	5 42·8	−68 32	Neb, In Nubec. maj.
2098	5 42·9	−68 19	⊕, B, S, rr
2100	5 42·9	−69 16	⊕, B, pL, iR, rr
2102	5 43·1	−69 33	Neb, In Nubec. maj.
2097	5 43·4	−62 50	vF, pS, iR, pslbM * 16
2105	5 44·4	−66 57	F, pS, R, gbM
2108	5 44·7	−69 13	eF, pL, lE
2109	5 44·9	−68 35	F, pS, R, vglbM
2113	5 46·3	−69 49	Cl, F, S, iF, vlC, rr
2114	5 46·6	−68 5	eF, pL, iR
2116	5 47·7	−68 32	F, S, R, * 11 p
2117	5 48·0	−67 29	F, pL, iR, vlbM, rrr
2118	5 48·4	−69 10	⊕, vB, vS, vsmbM, rr
2120	5 49·9	−63 42	cE, pL, R, vglbM
2123	5 51·4	−65 20	pB, vS, R, gbM
2125	5 51·7	−69 31	vF, pS, R, gbM
2127	5 52·2	−69 23	pB, vS, R, gmbM
2130	5 52·6	−67 21	F, pS, R, glbM
2136	5 53·8	−69 31	⊕, pB, R, gmbM, rr, st 14 . . . 16
2135	5 53·8	−67 27	F, pS, R, r, am st
2132	5 53·9	−69 56	Cl, vlC, st L und S
2137	5 54·0	−69 30	vF, S, R
2138	5 54·6	−65 51	eF, S, R
2140	5 54·8	−68 37	pF, pS, iR, bM
2147	5 56·0	−68 13	eF, S, R, bM
2150	5 56·7	−69 35	F, vS, R, vsmbM, stell
2151	5 56·9	−69 2	F, pS, R, bM
2153	5 57·8	−66 25	eeF, lE, * 16 att
2154	5 57·8	−67 16	F, pL, R, vglbM
2155	5 58·3	−65 29	F, pL, R, vglbM
2156	5 58·3	−68 28	pB, S, R, gbM
2157	5 58·3	−69 12	⊕, vB, S, R, vgvmbM, rr
2159	5 58·4	−68 38	pF, S, R, gbM, * 15 att nf
2160	5 58·7	−68 18	pF, pS, R, gbM
2164	5 59·4	−68 31	⊕, vB, R, mCM, rr

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2166	$5^h\ 59^m\!\cdot\!9$	−67° 57'	*F, S, R, gbM*	2214	$6^h\ 13^m\!\cdot\!4$	−68° 13'	*B, pS, lE, gbM, rrr*
2172	6 0·6	−68 39	*F, cL, R, lbM*	2228	6 20·7	−64 24	*F, S, R, glbM*
2176	6 1·4	−66 51	*eeF, pL, R, gbM*	2231	6 20·9	−67 28	*F, pL, R, gvlbM,* ⁑ *f*
2177	6 1·6	−67 44	*F, vS, iR, lbM, r*	2229	6 21·0	−64 54	*eF, vS, R*
2181	6 2·6	−65 15	*vF, S, R*	2230	6 21·1	−64 56	*eF, S, lE*
2187	6 4·7	−69 34	*pF, pS, R, glbM* } *D Neb*	2233	6 21·3	−64 59	*eF, S*
—	6 4·7	−69 34	*vF, R, glbM* }	2235	6 22·0	−64 53	*vF, S, R,* * 12 *nr*
2193	6 5·9	−65 4	*F, iF, glbM,* 2 oder 3 *st inv*	2241	6 23·4	−68 52	*vF, pL, R, glbM*
				2249	6 26·4	−68 51	*pB, pL, R, vglbM,* ⁑ *f*
2197	6 6·3	−67 4	*vF, pS, R, gbM*	2257	6 29·7	−64 15	*F, cL, R, vglbM, r,* 17*s d* in *AR.*
2210	6 12·3	−69 5	*vB, pL, R, mbM, r*				

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Doradus .	$4^h35^m36^s$	−62° 16'·4	5·7	6·7	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$4^h35^m36^s$	−62° 16'·4	*var*	*RR,* *R* Dorad.
2	$6^h11^m\ 4^s$	−65° 34'·2	5·5	*R*
3	6 23 37	−69 55·7	6·1	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−50°	−60°	−65°	−70°	α	Δδ
$3^h\ 30^m$	$+18^s$	$+13^s$	$+\ 8^s$	$+\ 2^s$	$3^h\ 30^m$	+2'·0
4 0	+17	+11	+ 6	− 1	4 0	+1·6
4 30	+16	+10	+ 5	− 3	4 30	+1·3
5 0	+16	+ 9	+ 3	− 4	5 0	+0·8
5 30	+15	+ 8	+ 3	− 5	5 30	+0·4
6 0	+15	+ 8	+ 2	− 6	6 0	0·0
6 30			+ 3	− 5	6 30	−0·4
7 0			+ 3	− 4	7 0	−0·8

Draco. (Der Drache.) Sternbild des PTOLEMÄUS am nördlichen Himmel und zwar in der Nähe des Poles, welchen es sammt dem kleinen Baren nahezu im Halbkreis umschliesst, während dies auf der anderen Seite durch Cepheus geschieht.

Die weitläufigen und complicirten Grenzen wurden folgendermaassen angenommen:

Von Punkt $9^h\ 0^m$, +80° ein Bogen über $9^h\ 40^m$, +83° bis $10^h\ 20^m$, + 80°, Parallel bis $10^h\ 40^m$, Stundenkreis bis + 79°, Parallel bis $11^h\ 20^m$, schräge Linie bis $12^h\ 40^m$, +77°, schräge Linie bis $13^h\ 20^m$, +75°, Stundenkreis bis + 66° 30',

Parallel bis $16^h\ 0^m$, Stundenkreis bis $+70°$, Parallel bis $17^h\ 20^m$, Stundenkreis bis $+81°\ 30'$, Parallel bis $20^h\ 55^m$, Stundenkreis bis $+79°\ 50'$, Parallel bis $20^h\ 0^m$, Stundenkreis bis $+76°$, Parallel bis $20^h\ 40^m$, Stundenkreis bis $+70°$, Parallel bis $20^h\ 32^m$, Stundenkreis bis $+60°$, Parallel bis $19^h\ 44^m$, Stundenkreis bis $+56°\ 30'$, Parallel bis $19^h\ 8^m$, Stundenkreis bis $+47°\ 30'$, Parallel bis $18^h\ 4^m$, Stundenkreis bis $+50°$, Parallel bis $15^h\ 4^m$, Stundenkreis bis $+55°$, Parallel bis $13^h\ 40^m$, Stundenkreis bis $+64°$, Parallel bis $12^h\ 40^m$, Stundenkreis bis $+67°\ 30'$, Parallel bis $11^h\ 20^m$, Stundenkreis bis $+70°$, Parallel bis $10^h\ 40^m$, Stundenkreis bis $+73°$, Parallel bis $9^h\ 0^m$, und Stundenkreis bis $+80°$.

Nach Heis enthält das Sternbild: 1 Stern 2ter Grösse, 9 Sterne 3ter Grösse, 8 Sterne 4ter Grösse, 39 Sterne 5ter Grösse, 163 Sterne 6ter Grösse, Summa 220 Sterne, welche mit blossem Auge gesehen werden können.

Draco grenzt im Norden an Cepheus, Ursa minor und Camelopardalus, im Osten an Cepheus und Cygnus, im Süden an Lyra, Hercules, Bootes und Ursa major, und im Westen an Ursa major und Camelopardalus.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4031	*h* 5476	10·5	$9^h\ 8^m{\cdot}6$	+75° 31′
4063	Σ 1326	8	9 14·4	+78 52
4094	Σ 1335	8	9 17·4	+77 33
4120	*h* 2495	9·10	9 20·1	+74 52
4183	Σ 1362	7	9 28·5	+73 32
4178	*h* 1168	8	9 30·3	+79 17
4218	Σ 1373	8·9	9 35·6	+77 11
4255	Σ 1378	8	9 41·9	+75 5
4260	Σ' 1147	8·0	9 42·9	+74 54
4328	Σ 1393	9	9 53·0	+74 3
4379	*h* 3319	9	10 1·8	+76 51
4395	Σ 1408	8	10 2·9	+73 32
4401	Σ 1409	8·9	10 5·4	+79 58
4454	*h* 2524	10	10 14·1	+73 48
4532	Σ 1437	7	10 26·2	+74 21
4617	*h* 3329	9·10	10 37·6	+77 21
4631	*h* 2542	9	10 39·1	+73 57
4637	*h* 5482	10	10 40·4	+76 23
4716	*h* 2548	10·11	10 50·1	+70 34
4783	*h* 1183	8	11 0·7	+76 29
4833	Σ 1516	7	11 8·8	+74 1
4930	Σ' 1317	3·5	11 25·5	+69 53
4949	*h* 3332	11	11 27·3	+68 38
5030	*h* 2582	11·12	11 38·5	+73 44
5055	*h* 2586	9·10	11 42·9	+71 47
5063	Σ 1573	7	11 43·7	+67 53
5068	*h* 2587	9·10	11 44·9	+71 24
5079	*h* 2588	9	11 46·5	+72 32
—	β 794	6·5	11 48·4	+74 19
5098	*h* 2590	10	11 49·8	+73 44
5125	OΣ 242	8	11 54·8	+71 12
—	β 795	7·7	$11^h\ 54^m{\cdot}9$	+71° 13′
5139	Σ 1590	7	11 56·5	+71 25
5141	Σ 1588	8	11 57·2	+72 56
5164	Σ 1599	7	12 0·6	+69 19
5167	Σ 3123	—	12 1·0	+69 14
5177	Σ 1602	7	12 2·2	+69 38
5190	*h* 2599	10	12 4·7	+73 24
5197	*h* 3336	9	12 6·0	+67 58
5212	Σ 1611	8	12 7·1	+69 10
5218	Σ 1614	8	12 8·3	+67 38
5244	Σ 1626	8·9	12 12·0	+70 42
5251	OΣ 246	7·8	12 13·4	+69 22
5323	*h* 2613	10·11	12 26·5	+73 58
5340	Σ' 1437	3·5	12 29·2	+70 21
5394	*h* 1221	—	12 38·7	+74 4
5458	*h* 2626	11	12 52·5	+70 35
5491	*h* 2633	10·11	12 57·4	+74 14
5502	*h* 2636	11	13 0·0	+70 35
—	β 799	6·5	13 1·8	+73 34
5544	*h* 2646	9	13 7·4	+74 31
5579	*h* 2650	12	13 16·1	+69 1
5621	OΣ² 123	7	13 23·8	+65 15
5732	*h* 2679	11·12	13 41·3	+57 58
5769	*h* 2689	10	13 45·7	+58 39
5793	*h* 3342	4	13 48·5	+65 13
5818	*h* 2695	9	13 54·3	+57 56
5838	Σ 1800	8	13 58·7	+57 43
5860	Σ' 1581	3·5	14 1·7	+64 51
5902	OΣ 280	7·8	14 8·1	+60 52
5913	Σ 1820	8·9	14 9·7	+55 47
5926	Σ 1827	8·9	14 11·0	+59 41

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5933	Σ 1830	8	14h 12m·5	+57° 8′	6852	OΣ 316	7·8	16h 47m·4	+59° 41′
5937	Σ 1831	6	14 13·0	+57 10	6890	Σ 2116	8	16 54·4	+63 41
—	β 1271	6·8	14 13·8	+55 0	6895	Σ 2118	6	16 55·4	+65 17
5975	h 2717	11	14 18·8	+55 19	6893	Σ 2117	8	16 55·7	+51 [illegible]
5979	Σ 3084	9	14 19·3	+62 42	6899	Hh 526	—	16 55·9	+65 12
6021	h 2729	9	14 26·8	+56 33	6915	Σ 2124	8·9	16 58·9	+65 22
6049	Σ 1860	7	14 30·8	+55 40	6919	Σ′ 1901	8·5	16 59·1	+69 44
6090	Σ 1872	7	14 38·2	+58 44	6929	Σ 2129	8·9	17 0·3	+69 [illegible]
6097	Hh 447	—	14 38·6	+55 55	6930	Σ 2128	8	17 2·0	+59 45
6104	Σ 1878	7	14 39·5	+61 41	6935	Σ 2130	5·5	17 3·3	+54 38
6117	Σ 1882	7	14 41·6	+61 21	—	β 1088	5·5	17 3·3	+54 36
6162	h 2753	9·10	14 47·8	+55 45	6955	Σ 2138	8·9	17 8·0	+54 39
6173	Σ 1892	8	14 50·0	+59 28	6972	Σ 2146	8	17 10·9	+54 14
6184	h 1261	10	14 51·2	+57 58	6990	Σ 2151	8·9	17 12·0	+69 57
6201	Σ 1898	8	14 54·0	+59 47	6979	OΣ 327	7·8	17 12·2	+56 15
6241	h 2763	8·9	15 1·1	+56 45	6999	Σ 2155	6	17 14·8	+60 49
6285	Σ 1918	6	15 5·9	+63 30	7004	Σ′ 1932	6·0	17 15·3	+60 46
6315	h 2771	8·9	15 9·6	+54 25	7021	h 3346	9·10	17 17·1	+72 46
6309	Σ 1927	7·8	15 9·9	+62 13	—	β 1249	8·8	17 19·9	+53 57
6307	OΣ 294	7	15 10·2	+56 25	7049	Σ 2179	8·9	17 21·8	+72 40
6326	OΣ² 137	6·7	15 12·7	+51 18	7055	Σ 2180	7	17 26·6	+50 56
6360	h 2779	7	15 18·0	+55 42	—	β 1201	7·8	17 26·6	+67 [illegible]
6363	OΣ² 138	7	15 18·0	+60 44	—	β 1090	3·0	17 28·2	+52 [illegible]
6395	S.C.C.545	—	15 22·8	+59 19	7078	Σ′ 1964	5·0	17 30·3	+55 14
6403	Σ 1948	8	15 23·9	+55 14	—	β 962	5·5	17 33·9	+61 57
—	β 945	6·8	15 26·6	+57 47	7104	Σ 2199	7	17 36·8	+55 45
6453	OΣ 299	7·8	15 32·4	+64 15	7118	Σ 2207	8	17 37·2	+67 4
6467	OΣ² 141	7	15 36·6	+57 47	7137	Σ 2218	6·7	17 39·7	+63 45
6481	Σ 1969	8	15 39·4	+60 17	7140	Σ 2219	8	17 40·3	+61 39
6501	Σ 1976	7·8	15 42·9	+59 45	7158	Hh 546	—	17 40·3	+73 0
—	β 946	5·2	15 45·2	+55 41	7149	Σ 2225	8·9	17 42·4	+51 59
—	β 415	8·5	15 45·8	+65 53	7155	Σ′ 1998	8·0	17 42·9	+51 59
6571	Σ 1996	8·9	15 53·9	+57 35	7156	Σ 2229	8	17 43·4	+50 15
6596	Σ 2006	7·8	15 58·4	+59 13	7184	Σ 2241	4	17 43·7	+72 12
6601	Σ′ 1779	3·5	16 0·0	+58 49	7221	Σ′ 2022	3·5	17 51·8	+56 52
6604	Σ 2009	8	16 0·3	+60 45	7240	Σ′ 2032	2·5	17 54·3	+51 [illegible]
6608	Σ′ 1782	—	16 1·3	+60 43	7256	OΣ² 163	7	17 55·6	+62 27
6620	OΣ² 142	7·8	16 3·1	+60 19	7248	Σ 2261	7·2	17 55·8	+52 13
—	β 41	9	16 17·7	+61 41	7267	Σ 2271	7·8	17 58·1	+52 51
6701	Σ 2045	8	16 18·9	+61 44	7285	Σ 2273	8	17 58·7	+64 8
6710	Σ 2046	8	16 20·0	+64 36	7297	Σ 2278	7	18 1·2	+56 [illegible]
6723	Σ 2054	5·6	16 22·5	+61 55	7310	Σ 2284	7·8	18 1·3	+65 57
6724	Σ′ 1827	2·5	16 22·6	+61 44	—	β 418	8·5	18 1·6	+64 [illegible]
6743	Σ 2060	8	16 26·6	+56 58	7302	Σ 2279	8·9	18 2·2	+50 [illegible]
—	β 356	8·5	16 29·8	+69 9	7321	Σ 2290	8·7	18 4·2	+50 [illegible]
6787	Σ 2078	5	16 33·9	+53 7	7323	OΣ 344	—	18 4·6	+49 41
6813	Σ 2092	7·8	16 37·7	+60 54	7363	Σ 2302	7·8	18 6·5	+75 47
—	β 953	7·8	16 37·7	+70 0	7336	Σ 2293	8	18 7·3	+48 [illegible]
6827	Σ 2100	8	16 41·0	+50 52	7383	Σ 2308	6	18 7·5	+79 54
6846	Σ 2108	8	16 46·5	+55 18	7384	Σ 2308	6	18 7·5	+79 54

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0		δ 1900·0	
7351	Σ 2300	8	18h	8m·0	+59°	44'
7347	Σ 2297	6·7	18	8·2	+56	15
7382	Σ 2307	8	18	12·0	+69	13
—	β 1274	6·4	18	12·9	+56	33
7377	Σ 2305	8	18	13·9	+51	17
7443	OΣ 353	4·5	18	22·2	+71	17
7425	Σ 2323	4	18	22·5	+58	44
7449	Σ' 2106	3·5	18	22·7	+72	41
7448	Σ 2332	8·9	18	24·3	+64	55
7450	Σ 2334	8	18	25·0	+62	52
7430	Σ 2326	7·8	18	28·5	+81	28
7491	Σ 2348	6	18	31·7	+52	16
7482	Σ 2343	8·9	18	31·8	+65	2
7499	Σ 2353	8	18	31·9	+58	37
7507	Σ 2357	8·9	18	32·2	+63	38
7516	Σ 2363	8·9	18	33·3	+63	37
7524	Σ 2366	8	18	33·4	+69	52
7525	Σ 2365	8	18	34·5	+63	37
7533	Σ 2370	8·9	18	34·5	+69	57
7531	Σ 2368	7·8	18	36·6	+52	16
7544	h 2836	7	18	37·2	+60	37
7552	Σ 2377	7	18	37·6	+63	26
7563	Σ 2384	8	19	38·5	+67	2
7575	Hh 575	—	18	40·7	+55	26
7599	Σ 2398	8·9	18	41·9	+59	26
—	β 465	9·0	18	42·0	+56	46
7636	OΣ 363	7·8	18	42·4	+77	35
7611	Σ 2403	6	18	43·1	+60	56
—	β 971	6·5	18	44·9	+49	19
7629	Σ 2410	8	18	45·5	+59	13
7648	h 2846	10	18	48·4	+62	27
7660	Σ 2420	4	18	49·7	+59	16
7655	Σ 2416	8	18	49·8	+51	12
7673	Σ 2423	8·9	18	51·0	+65	6
—	β 1255	5·8	18	53·1	+48	45
7687	h 2848	11	18	53·4	+57	42
7692	Σ' 2201	7·8	18	54·2	+56	31
7700	Σ 2433	8	18	55·1	+56	36
7709	Σ 2438	7	18	55·8	+58	6
7716	Σ 2440	6·7	18	56·3	+62	14
7750	Σ 2452	7	18	56·9	+75	39
7743	Σ 2450	7	18	59·8	+52	7
7747	Σ 2451	8	19	0·5	+51	26
7794	Σ 2478	8·3	19	3·0	+69	17
7855	OΣ 369	7·8	19	8·6	+71	54
7879	Σ' 2274	3	19	12·5	+67	29
7883	h 1384	11	19	14·4	+65	57
7901	Σ 2508	8·9	19h	14m·4	+67°	40'
7908	Σ 2509	7	19	15·9	+63	2
7906	h 2868	11	19	16·2	+57	58
7922	Σ 2514	8·9	19	16·8	+67	31
7957	Σ 2526	7	19	21·0	+56	49
7976	h 2874	10·11	19	22·6	+58	3
8050	Σ 2550	8	19	28·8	+72	9
8040	Σ 2546	8	19	29·5	+66	17
8041	Σ 2549	7·7	19	30·0	+63	7
—	β 655	7·7	19	30·0	+63	7
8048	Σ' 2326	7·5	19	30·5	+64	4
8057	OΣ² 186	6	19	31·5	+59	57
8065	Σ 2553	8·1	19	32·1	+61	50
8067	Σ 2554	7	19	32·4	+60	3
8083	h 2889	10	19	34·1	+59	34
8125	Σ 2571	8	19	34·2	+78	3
8105	Σ 2564	8·9	19	36·0	+63	36
8141	Σ 2575	8·9	19	37·3	+74	48
8129	Σ 2573	6·7	19	38·6	+60	17
8139	Σ 2574	8·9	19	39·4	+62	26
8144	h 2896	9	19	40·5	+56	42
8200	Σ 2592	8·9	19	42·5	+76	19
8208	h 2905	10	19	46·5	+60	58
8240	Σ 2603	1	19	48·5	+70	1
8252	h 2913	11	19	50·9	+62	6
8259	Σ 2604	7	19	51·7	+63	55
8260	h 2915	11	19	52·0	+61	39
8299	Σ 2617	8·9	19	53·5	+75	8
8295	h 2922	10	19	55·9	+61	9
8298	h 2923	7·8	19	55·9	+62	35
8355	Hh 664	—	20	0·4	+64	33
8364	OΣ² 200	7	20	1·2	+64	21
8375	Σ 2632	8·9	20	2·5	+64	15
8386	Σ 2640	6	20	3·5	+63	36
—	β 470	9·5	20	3·9	+63	28
8398	Σ 2642	8·9	20	4·2	+63	25
8427	Σ 2650	8	20	6·2	+66	1
8439	Σ 2652	7·0	20	7·4	+61	47
8466	Σ 2660	8·9	20	10·7	+64	13
8465	h 2944	8·9	20	11·0	+60	5
8529	h 2958	11	20	17·0	+62	54
8568	Σ 2684	6	20	19·6	+68	33
—	β 1134	5·8	20	19·6	+63	40
8612	Σ 2694	6	20	20·3	+80	14
8578	Σ 2685	8·9	20	21·5	+63	51
—	β 671	8·0	20	29·9	+62	[illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2748	9h 2m·2	+76° 53'	*pB, pL, E, vglbM*
2760	9 4·3	+76 48	*vF, S, R,* nahe zwischen * 8 u. * 9
529'	9 8·1	+74 9	*pF, pL, E*
2938	9 34·9	+77 1	*eF, S, iF, D * f* 3'
2957	9 37·0	+73 27	*eF,* * 13 nahe
2963	9 37·5	+73 25	*vF, vS, R, bM*
2977	9 39·9	+75 34	*cB, pL, iF* (Ort zweifelhaft)
2908	9 40·5	+80 12	*eF, vS*
3061	9 52·8	+76 38	*vF, pL, r*
3057	9 53·4	+80 45	*eF, pL, vlbM, 2 S st s*
3144	10 6·9	+74 44	*vF, S, R,* * 13 *att f*
3147	10 8·3	+73 54	*vB, L, R, vgvsvmbM*
3155	10 9·0	+74 50	*vF, S, R*
3174	10 11·9	+75 10	*cF, S, stell, S * f nr* (Ort?)
3183	10 13·3	+74 41	*F, pL, E, lbM*
3194	10 14·4	+75 18	*vF, vS* (Ort?)
3197	10 15·0	+78 43	*vF, vS* (Ort?)
3218	10 17·9	+75 10	*cB, eL, er* (Ort?)
3252	10 24·2	+74 21	*eF, pS, mE, r*
3329	10 36·2	+77 21	*pB, S, lE, psmbM*
3343	10 38·7	+73 53	*pF, S, R, gbM*
3348	10 39·6	+73 22	*B, S, iiE, psbM,* * 11 282°, 21s
3364	10 41·1	+72 57	*vF, L, R, vgbM, r, D * sf*
3403	10 46·3	+74 13	*pF, L, iE, vgbM*
3465	10 52·0	+75 43	*cF, pL, R, vglbM,* ** *nf*
3484	10 55·5	+76 21	Sehr zweifelh. Object
3500	10 58·2	+76 20	*vF* / *eF* } *D neb* (Ort?)
3516	10 59·9	+73 6	*pB, vS, iR, psmbM* *
3523	11 2·1	+76 14	*F, pL, lbM* (Ort?)
3538	11 4·4	+76 6	*vF, pL,* * 17 nahe
3562	11 6·4	+73 25	*pF, pS, lE, gbM,* * 15, 22°, 70''
3735	11 30·1	+71 5	*pB, L, mE* 130°, *mbM*
3736	11 30·2	+74 1	*vF, vS, R*
3747	11 31·4	+75 32	*eF, S* (Ort?)
3752	11 31·6	+75 50	*pB, pL*
3879	11 41·3	+69 57	*F, pL, mE* 105° ±, ??
3890	11 42·7	+74 52	*vF, S, R, bM*
3939	11 47·8	+75 40	*eF, vS, R* (Ort?)
3961	11 49·7	+69 53	*eF, vS*
4108	12 1·7	+67 43	*B, S, R, gbM*
4120	12 3·0	+70 9	*eF, vS, E*
4128	12 3·6	+69 20	*F, pL, vlE, glbM*
4236	12 12·0	+70 2	*vF, cL, mE* 160° ±, *vgbM*
4250	12 12·8	+71 21	*pB, S, R, pgbM*
4291	12h 15m·8	+75° 56'	*pB, vS, R, lbM, 3 st f*
4319	12 17·4	+75 53	*pB, pS, viE, sbM*
4331	12 17·9	+76 44	*eF, E* 0° ±
4345	12 18·3	+75 53	*F, pL, gbM*
4648	12 38·1	+74 58	*pB, cS, R, gbM,* ** *f*
4693	12 42·7	+71 43	*vF, plE*
4749	12 46·4	+72 10	*vF, cL, E* 135° ±
4750	12 46·6	+73 25	*pB, L, R, vsvmbM*
836'	12 52·0	+64 10	*eeF, vS, v diffic., bet 2 st*
4857	12 53·5	+70 45	*eF, vS, iR, vlbM*
5034	13 8·6	+71 11	*vF, vS, R*
917'	13 39·0	+56 8	*S*
918'	13 39·0	+56 6	*vF, vS*
919'	13 39·1	+56 5	*cB, R, bM*
921'	13 39·5	+56 10	*vS, R, bM*
922'	13 39·5	+56 7	*vS, R, bM*
923'	13 39·6	+56 7	*vS*
925'	13 39·7	+56 6	*vS*
926'	13 39·8	+56 9	*vS, R, bM*
928'	13 40·0	+56 7	*F, vS, R, gbM*
929'	13 40·0	+56 9	*vS, R, bM*
930'	13 40·1	+56 11	*F, vS, R, gbM*
931'	13 40·1	+56 7	*F, vS, R, gbM*
932'	13 40·1	+56 8	*vS, R*
934'	13 40·3	+56 7	*F, vS, R*
935'	13 40·3	+56 6	*F, vS, R, gbM*
936'	13 40·3	+56 7	*F, vS, R*
937'	13 40·8	+56 9	*vS*
938'	13 40·9	+56 7	*vS*
5294	13 41·4	+55 48	*eF, 2 st att* oder *neb*
5308	13 43·7	+61 29	*B, pL, mE* 57°, *psbM* [illegible]
942'	13 44·1	+57 7	*eF, pS, R*
5322	13 45·9	+60 41	*vF, pL, iR, psmbM*
5342	13 48·1	+60 22	*eF, vS*
5370	13 50·9	+61 11	*F, S*
5372	13 51·2	+59 9	*cF, S, E,* [illegible] ** [illegible]
5376	13 51·9	+60 0	*cB, pL, vmE, vgmbM*
5379	13 52·2	+60 14	*pB, pS, E, mbM*
5389	13 52·8	+60 14	*pB, pL, E, mbMN*
5402	13 55·0	+60 20	*vF, vS, R*
5413	13 56·3	+65 24	*pF, pS, R, psbM,* * 7 *p* 37s
5422	13 57·2	+55 39	*pB, S, pmE* 45° ±, [illegible] *MN*
5430	13 57·5	+59 49	*pB, S, iE, mbM*
5443	13 58·7	+56 18	*pF, L, E*
5473	14 1·2	+55 23	*pB, S, R,* [illegible] *M*
5475	14 1·7	+56 13	*pB, S, pmE,* [illegible] *M*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5477	14ʰ 2ᵐ·3	+54° 56′	*vF, pL*
5479	14 2·4	+66 11	*eF, vS, R,* nahe zwischen 2 *st*
5484	14 3·4:	+55 29	*vF, S, R ??*
5485	14 3·7	+55 29	*cB, R, vgbM*
5486	14 3·9	+55 35	*F, pL*
5502	14 6·5	+60 55	*eeF, pS, R, v diffic, bet 2 st*
5503	14 6·7	+60 56	*eeF, vS, R, v diffic, 2 st nr*
5526	14 10·6	+58 14	*vF, S, E, r*
5540	14 11·9	+60 29	*eF, vS, R, stell*
995′	14 13·3	+58 16	*eeF, S, lE, v diffic*
996′	14 13·8	+58 6	*eeF, S, mE, v diffic*
5561	14 14·3	+59 13	*eF, pS, R, F * p* nahe
5585	14 16·6	+57 11	*pF, L, iR, vgmbM, r*
5631	14 23·4	+57 2	*B, S, R, psbMN*
5667	14 27·5	+59 55	*pB, pS, E* 0°
5678	14 29·2	+58 22	*B, L, lE* 0°, *vgmbM*
5687	14 31·7	+54 55	*pF, S, iF, r, * 10 f*
1049′	14 37·2	+62 28	*eeF, pS, R*
1065′	14 47·3	+63 40	*vF, pS, R*
5777	14 48·6	+59 23	*vF, vS, lE*
5779	14 49·4	+56 20	*vF, pS, lE, lbM*
5807	14 53·7	+64 19	*vF, vS, r*
5820	14 55·7	+54 17	*B, E*90°±, *sbM, BD* f*
5821	14 56·0	+54 20	*vF, S*
5826	14 56·9	+55 54	*vF, pL, E*
5862	15 3·4	+55 59	*eF, pS, R, v diffic*
1098′	15 3·7	+56 0	*vF* (vielleicht nur * 13ᵐ)
5866	15 3·7	+56 9	*vB, cL, pmE* 146°, *gbM*
5867	15 3·8	+56 8	*eF, vS, stell*
5870	15 3·9	+55 52	*eF, pS, lE, v diffic, * f*
1100′	15 4·3	+63 23	*vF, pS, lE, bet 2 st*
1099′	15 4·4	+56 53	*eeF, pS, R, bet 2 F st*
5874	15 5·0	+55 8	*vF, pL, R,* in △ von 3 *B st*
5875	15 6·2	+52 55	*pB, pL, lE*
5876	15 6·6	+54 54	*F, S, R, mbM*
5879	15 7·2	+57 23	*cB, S, E, mbMRN, r*
5881	15 7·2	+63 20	*pB, cS, R, vgbM, ??*
5894	15 9·5	+60 11	*pF, pS, E* 0° ±
5902	15 11·5	+50 39	*vF, vS, stell*
1111′	15 11·6	+54 54	*pB, S, R, 2 st nr*
5905	15 12·7	+55 53	*pF, pS, iR*
5906	15 13·3	+56 41	Ein Strahl, *vmE*
5907	15 13·3	+56 42	*cB, vL, vmE* 155°, *vg, psbMN*
5908	15 14·1	+55 47	*pF, pS, R*
5949	15 26·6	+65 5	*F, S, lE* 45° ±, *vglbM*
5963	15 31·1	+56 54	*pF, pS, iF*
5965	15ʰ 31ᵐ·6	+57° 1′	*eF, cL, lE*
5969	15 32·4	+56 47	*eS, R, stell*
5971	15 33·1	+56 47	*eeF, vS, R, lbM*
5976	15 34·8	+59 46	*eeF, S, R*
5981	15 35·9	+59 43	*F, mE*
5982	15 36·6	+59 41	*cB, S, R, psbM, r*
5985	15 37·6	+59 39	*pB, cL, iE, r*
5987	15 37·8	+58 25	*pF, cS*
5989	15 39·6	+60 5	*vF, vS*
6015	15 50·1	+62 37	*B, mE*
6019	15 51·5	+65 9	*eeF, S, R, v diffic*
6024	15 52·2	+65 13	*pF, pS, R, bM, ** nahe
1200′	16 4·6	+69 57	*pF, pS, lE, * 12 nr*
6079	16 5·7	+69 54	*vF, vS*
1201′	16 5·9	+69 53	*eeF, pS, iR, v diffic*
1204′	16 7·5	+69 53	*vF, S, stell N, * 11 f*
6088	16 8·1	+57 45	*vF, vS, lE*
6090	16 9·0	+52 43	*vF, S, R*
6095	16 9·5	+61 30	*eF, pS, R,* mit 2 *st* in gerader Linie
6111	16 13·1	+62 36	*vF, pS, lE, D * nr s* (Decl. 63° ?)
1210′	16 13·2	+62 48	*vF, vS, lE, r*
1211′	16 14·4	+53 15	*pB, vS, R, bM*
1212′	16 14·6	+64 28	*eeF, pS, R,* 3 *st* in gerader Linie
1215′	16 15·5	+68 39	*vF, S, R*
1214′	16 15·6	+66 13	*eF, S, R*
6123	16 15·7	+62 10	*pF, vS, E, * nr*
1216′	16 15·9	+68 36	*eeF, pS, R*
1217′	16 16·4	+69 55	*eeF, S, R, v diffic*
1218′	16 16·7	+68 27	*vF, pS, lE*
6125	16 16·8	+57 51	*pF, pS, lE*
6127	16 17·3	+58 14	*pF, vS, R*
6128	16 17·4	+58 14	*pF, pS, R, bM*
6130	16 17·7	+57 52	*pF, pL, R, B * nr p*
6133	16 18·2	+56 55	*eeF, S, cE, v diffic*
6135	16 18·2	+65 9	*vF, vS, mE, 2 st nr*
6140	16 18·7	+65 37	*cF, pL, iR*
6136	16 18·9	+56 13	*eeF, S, R, v diffic*
6143	16 19·5	+55 19	*pB, iR, vgvlbM*
6154	16 23·2	+50 6	*vF, S, R, lbM, er*
6157	16 23·6	+55 36	*eeF, pS. R, v diffic*
6170	16 25·3	+59 47	*eeF, vS, R, v diffic*
6176	16 26·1	+59 47	*eF, cS, v diffic*
6182	16 27·7	+55 45	*vF, vS, iR*
6187	16 29·7	+57 56	*vF, vS, lbM*
6189	16 30·0	+59 49	*vF, pS, lE*
6190	16 30·3	+58 39	*vF, pS, R, F * nr*
6191	16 30·3	+59 0	*pF, pL, E, 2 st p*

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6198	16h 33m·9	+57° 42′	*vF, vS, R, 2 st f*
6202	16 35·0	+62 10	*eeF, pS, * f*
1225′	16 37·0	+67 50	*eeF, vS,* 2 oder 3 *F st inv, * p*
6206	16 38·1	+58 48	*pF, cS, R, stell, 3 vF st nr*
1227′	16 38·4	+58 48	*vF, S, R, stellar N*
6214	16 39·1	+66 14	*eF, vS, R*
6211	16 39·3	+58 0	*vF, pS, R*
6213	16 39·6	+58 1	*eF, vS, R*
1228′	16 41·7	+65 46	*vF, pS * n, 4 st s* im Bogen
6223	16 41·9	+61 46	*F, S, R, mbM*
6226	16 42·2	+62 9	*F, S,* △ mit 2 *st* 12 u. 14
1229′	16 42·5	+51 28	*eeF, pS, v diffic*
1230′	16 42·8	+51 24	*eeF, S, R, v diffic*
1231′	16 45·3	+58 37	*eeF, L, R, pB * sp*
6238	16 46·1	+62 20	*eeF, cS, eF ** nahe, *v diffic.*
6244	16 47·1	+62 23	*vF, vS, R, bet 2 st*
6247	16 47·4	+63 8	*F, pS, iF*
1233′	16 47·5	+63 19	*eF, vS, vE, bet 2 st* (=6247 ?)
6246	16 47·7	+55 43	*eF, S, R*
1234′	16 51·0	+57 4	*vF, sev st* in *neb ?*
6258	16 51·0	+60 42	*eF, vS, R, B ** und *D * p*
6260	16 51·0	+63 53	*eF, pS, R, sev st nr sf*
1235′	16 51·2	+63 17	*vF, dif, pS, * 8 nf*
6262	16 51·8	+57 5	*eeF, pS, R, v diffic*
1237′	16 54·2	+55 12	*eF, pL, lE, * nr p*
6275	16 54·5	+63 24	*eeF, S, lE, v diffic*
6285	16 56·7	+59 8	*eeF, S, R, v diffic*
6283	16 56·9	+50 5	*vF, cS, iR*
6286	16 56·9	+59 5	*eF, pS, R*
6288	16 57·9	+68 37	*eF, vS, R*
6289	16 58·4	+68 39	*eF, pL, mE*
6290	16 59·2	+59 7	*eF, pS, R, * f* nahe
6291	16 59·2	+59 5	*eeF, eS, R*
1240′	16 59·8	+61 12	Nebel vermuthet, * 8·7 *nf*
1241′	17 0·7	+63 51	*eF, pS, R*
6292	17 1·3	+61 11	*eF, E, v diffic, F st nr*
6295	17 2·1	+60 31	*eF, S, mE, F * nr*
6297	17 2·2	+62 10	*pB, pS, R, bet 2 st*
6298	17 2·3	+62 10	*vF, eS, R, bet 2 st*
6299	17 4·0	+62 35	*vF, vS, R*
6303	17 4·9	+68 29	*eF, pL, mE,* nahe *bet 2 st*
6306	17 6·4	+60 51	*vF, vS, lE*
6307	17 6·5	+60 53	*vF, vS, lE, ** 13 *nr n*
6310	17 6·7	+61 7	*F, pL, lE*

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6317	17h 8m·4	+63° 1′	*eeF, S, R, F * nr*
6319	17 8·5	+63 6	*vF, vS, R, bM*
1248′	17 10·0	+59 59	*eeF, pS, R, bet 2 st*
1250′	17 12·7	+57 32	*pF, S, cE*
6338	17 13·4	+57 33	*F, S, R, [illegible]M*
6345	17 13·7	+57 30	*eeF, vS, R*
6346	17 13·7	+57 28	*eeF, S, R*
1252′	17 14·1	+57 29	*vF, pS, ** 12·5 sehr nahe
6358	17 16·6	+52 48	*eF, S, D * nr np*
6359	17 16·9	+61 53	*pB, S, R, bMN = ** 12
6361	17 17·3	+60 43	*vF, pS, mE*
6365	17 20·6	+62 15	*eeF, pL, iR, eF st nr [illegible]*
6370	17 21·6	+57 4	*vF, vS, R, B * nr n*
6373	17 22·7	+59 5	*eeF, pL, v diffic*
6376	17 23·9	+58 55	*eeF, eS, R, v diffic*
6377	17 24·0	+58 55	*eF, eS, R, bM*
1261′	17 24·9	+71 22	*eeF, pS, R*
1258′	17 25·7	+58 35	*pB, pS, R*
1259′	17 25·8	+58 37	*pF, pS, R*
1260′	17 25·9	+58 34	*eeF, S, R*
6381	17 25·9	+60 5	*vF, pL, E*
6282	17 26·2	+56 57	*pF, pS, R*
6385	17 26·3	+57 36	*eF, S, R, B * s*
6387	17 26·7	+57 37	*eF, S, R*
6386	17 26·8	+52 48	*vF, pS, R, bet 2 st*
6390	17 27·0	+60 16	*eeF, mE, v diffic*
6391	17 27·1	+58 56	*eF, vS, R,* nahe *bet 2 [illegible]*
6395	17 28·3	+71 10	*vF, pL, lE, D * n*
6393	17 28·9	+59 43	*eF, pS, R*
6394	17 28·9	+59 46	*eF, pS, R*
6399	17 30·4	+59 40	*eF, vS, R*
6412	17 32·7	+75 47	⊕, *cL, R, [illegible]M, [illegible]*
6414	17 33·3	+74 25	*eeF, pS, R, v diffic, bet 2 st*
6409	17 33·7	+50 49	*vF, S, R*
6410	17 34·0	+60 53	*eeF, S, R,* nahe * [illegible]
6411	17 34·4	+60 52	*vS, gbM*
6419	17 36·3	+68 13	*eeF, eS, R, v diffic*
6420	17 36·3	+68 6	*eeF, eS, R, v diffic*
6422	17 36·6	+68 7	*eF, pS, R,* nahe *bet 2 st*
6418	17 36·8	+58 47	*eF, pS, R*
6424	17 37·0	+70 2	*vF, pS, R*
6423	17 37·1	+68 13	*eeF, vS, R, * f* nahe
1267′	17 37·3	+59 26	*eeF, pS, R, v diffic*
6434	17 38·5	+72 9	*vF, vS, R, [illegible] * [illegible]*
6435	17 39·6	+62 42	*eeF, vS, R, [illegible] * nr*
6436	17 40·0	+60 30	*eeF, pS, lE,* ∴ *nr*
6449	17 42·1	+56 51	*vF, pS, R*
6448	17 42·2	+53 25	*vF, pS, R, [illegible]M*

Nummer der Dreyer Catalogue	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Sterns
6456	17h 42m·6	+67° 39'	eeF, eS, R, v diffic bet 2 st
6461	17 42·6	+73 27	eF, pS, R, 5 st nr
6454	17 42·8	+55 45	vF, pS, R, lbM
6457	17 42·8	+66 31	F, vS, R, bM
6459	17 43·9	+55 49	eF, eS, R, r
6463	17 43·9	+67 38	eeF, S, R, v diffic
6462	17 44·1	+61 58	F, eS, R, ○?
6470	17 44·4	+67 39	eeF, vS, R, v diffic
6471	17 44·4	+67 38	eeF, eS, R, * nr
6472	17 44·4	+67 41	eeF, eS, R, v diffic
6464	17 44·7	+60 57	eeF, pS, R, 4 st n
6477	17 45·0	+67 41	eeF, eS, R, v diffic, * nr
6473	17 45·2	+57 21	eeF, S, R
6474	17 45·2	+57 21	eF, pS, R, 3 st nr
6466	17 45·3	+51 26	eF, vS, R, bet 2 st
6478	17 46·3	+51 12	pB, S, vmE
6479	17 46·4	+54 12	eF, pS, R, 3 st n
1270'	17 46·9	+62 15	eeF, S, R, v diffic
6488	17 48·1	+62 16	pF, pS, E
6489	17 48·3	+60 6	eeF, pL, lE, bet 2 st
6491	17 48·8	+61 33	pF, eS, vF * att
6493	17 49·1	+61 32	F, eS, R, ○?, F * v nr
6497	17 49·9	+59 31	eF, pS, lE, * n nahe
6498	17 49·9	+59 31	pF, pS, R, F * v nr
6503	17 50·4	+70 10	pF, L, mE, * 9 f
6505	17 51·1	+65 34	eeF, vS, R
6508	17 51·5	+72 3	vF, S, 3 st nr
6510	17 53·2	+60 49	eeF, pS, lE, v diffic
6511	17 53·8	+60 49	F, pL, bM (= 6510?)
6512	17 54·1	+62 39	vF, R
6516	17 54·5	+62 41	vF, vS
6521	17 55·0	+62 38	F, pL
6515	17 55·1	+50 45	vF, vS, R, 2 B st nr
6538	17 56·2	+73 25	eF, vS, lE, bet 2 eF st
6534	17 56·8	+64 19	eeF, pS, R
6536	17 57·1	+64 56	vF, pL, R
6532	17 57·1	+56 15	eeF, pS, R
6542	17 58·6	+61 22	eF, S, mE, 2 st sp
6543	17 58·6	+66 38	○, vB, pS, sbMvSN
6552	18 0·2	+66 36	F, pS, iR
6562	18 3·4	+56 15	F, pS, R, bM, bet 2 st
6566	18 4·7	+52 16	eF, vS, R, * 16 nr
6582	18 8·4	+49 54	eeF, pS, R
6592	18 8·6	+61 24	vF, vS, R
6594	18 9·0	+61 7	vF, vS, R
6598	18 9·6	+61 2	eF, pS, R
6597	18 10·0	+61 9	vF, vS, R, B * nr
6601	18 10·5	+61 25	eF, pS, R
6607	18h 10m·9	+61° 18'	eF, pS, R, v diffic
6605	18 11·2	+61 18	vF, eS, R, vF * nr
6609	18 11·2	+61 18	vF, pS, lE, F * nr
6617	18 12·8	+61 17	eeF, pL, R, v diffic
6621	18 13·7	+68 17	pF, pS, R, lbM
6622	18 13·7	+68 17	pF, pS, R, lbM
1286'	18 14·4	+55 33	eF, pS, R, 2 st nr
6636	18 22·0	+66 34	eeF, pS, R 3 st nr
6643	18 22·6	+74 31	pB, pL, E 50°, 2 st p
6648	18 25·2	+64 56	S, pmE, :* inv
6651	18 25·4	+71 32	eeF, pS, lE, v diffic
6650	18 25·7	+67 57	vF, vS, R
6654	18 26·3	+73 7	* 12·13 in pB, pL neby
6667	18 30·8	+67 55	vF, pL, lE, vF D * nr
6668	18 30·9	+67 5	pB, pS, mE
1291'	18 31·1	+49 14	eF, vS, R, F * n nahe
6670	18 32·3	+59 49	eeF, S, mE, v diffic
6676	18 33·0	+66 52	eeF, pS, lE, lbM, v diffic
6677	18 33·4	+67 3	vF, vS, bet * v nr u. vF D *
6678	18 33·7	+67 46	pF, pS, R
6679	18 33·7	+67 12	eF
6689	18 35·9	+70 27	vF, pS, * 8 f
6690	18 36·0	+70 27	pF, L, R, bet 2 st
6687	18 36·2	+59 34	eF, pL, R, bet 2 st
6691	18 37·2	+55 31	vF, pL, R, pB * nr
6696	18 39·7	+59 16	eeF, pL, v diffic
1293'	18 39·8	+56 13	eeF, S, lE, * im Centr., ? D
6701	18 41·9	+60 33	pB, pS, mE, F * f nahe
6714	18 45·7	+66 37	eeF, pS, v diffic, sev B st n
6711	18 46·2	+47 32	vF, pS, R, lbM
6732	18 53·8	+52 15	pB, vS, R, F * n
6742	18 56·6	+48 18	vF, stell
6747	18 57·0	+72 40	eeF, v diffic, pB st sf
6750	18 59·1	+59 2	vF, vS, R
6757	19 2·7	+55 33	pF, mE, 3 F st inv
6759	19 4·4	+50 12	vF, S, R, vFD * sp nahe
6762	19 4·6	+63 46	eF, mE
6763	19 4·6	+63 47	eF, vS, eE, F * nr
6764	19 5·7	+50 46	pF, pL, mE, sev vF st inv
6786	19 12·9	+73 15	eeF, S, R, 2 st nf
6787	19 14·6	+60 15	eeF, pS, 4 st sf, v diffic
6789	19 15·8	+63 46	eeF, pL, R, v diffic
6796	19 20·0	+60 57	vF, pS, mE ns
6817	19 35·9	+62 10	eeF, pS, lE
6825	19 41·2	+63 50	eF, vS, v diffic, F * nr
6869	20 0·1	+65 58	pB, pS, R
6911	20 18·6	+66 25	eF, L, lbM, pB * nr

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α (1900·0)	δ (1900·0)	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Draconis .	16h 32m 23s	+66° 57′·8	6·5—7·8	12—13	1877 April 5 + 245d·6 *E*
S „ .	16 40 46	+55 7·2	7·5—8·2	9·3	
T „ .	17 54 51	+58 13·6	8·2	11·7	1894 Dec. 27 + 569d *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α (1900·0)	δ (1900·0)	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α (1900·0)	δ (1900·0)	Grösse	Farbe
1	9h 49m 30s	+73° 20′·7	6·3	*G*	24	16h 32m 23s	+66° 57′·8	*var*	*R*, *R* Drac.
2	10 47 12	+77 37·2	6·8	*O*	25	16 40 14	+64 46·7	5·2	*G*
3	10 52 11	+70 31·4	7·1	*OR*	26	17 24 46	+51 57·6	8·1	*R*²
4	11 6 44	+69 18·7	8·3	*RG*	27	17 24 52	+71 57·4	6·8	*OR*
5	11 25 29	+69 58·0	3·8	*GG*	28	17 33 2	+72 30·6	6·0	*RG*
6	11 58 31	+69 34·6	6·6	*O*	29	17 51 47	+56 53·4	3·5	*G*
7	11 58 38	+69 29·5	8·0	*R*	30	17 54 18	+51 31·3	2·2	*OR*
8	12 0 31	+69 21·1	7·5	*O*	31	18 6 49	+79 48·1	5·4	*R*²
9	12 0 32	+69 18·9	8·2	*OR*	32	18 16 6	+65 27·3	9·0	*G*
10	12 25 44	+69 45·3	4·7	*GG*	33	19 12 31	+67 29·1	3·4	*GW*
11	12 43 29	+67 20·3	5·3	*G*	34	19 14 32	+73 43·3	8·2	*RG*
12	12 52 30	+66 32·1	7·3	*R*	35	19 17 30	+73 10·2	4·4	*O*
13	12 53 8	+67 47·0	6·5	*G*	36	19 25 5	+76 22·4	6·5	*RR*
14	12 56 9	+67 8·0	5·8	*G*	37	19 31 36	+59 56·4	8·5	*G*
15	13 7 6	+68 1·7	8·5	*GR*	38	19 32 31	+69 30·2	5·0	*G*
16	13 23 34	+72 54·8	6·0	*O*	39	19 33 23	+65 18·6	7·5	*O*
17	13 48 31	+65 13·1	4·8	*R*	40	19 35 46	+69 34·7	8·0	*R*
18	14 56 0	+66 19·9	4·5	*R*	41	19 48 30	+70 0·9	3·8	*G*
19	15 6 21	+66 10·1	6·5	*R*	42	20 0 25	+64 32·5	5·0	*O*
20	15 22 42	+59 19·0	3·0	*G*	43	20 4 28	+67 44·3	7·0	*O*
21	16 1 20	+59 41·2	6·7	*R*	44	20 15 39	+72 17·7	7·0	*O*
22	16 15 35	+59 59·8	5·5	*R*	45	20 19 40	+68 33·6	6·0	*O*
23	16 28 6	+67 15·7	6·8	*O*	46	20 19 46	+63 39·5	5·9	*O*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	+50°	+60°	+65°	+70°	+74°	+78°	+80°	+82°	α	
9h 0m				+57s	+64s	+75s	+84s	+98s	9h 0m	−2′·3
9 30				+53	+59	+69	+77	+89	9 30	−2·6
10 0				+49	+55	+62	+69	+79	10 0	−2·9
10 30				+45	+49	+55	+60	+67	10 30	−3·1
11 0			+38s	+41	+43	+47	+50	+56	11 0	−3·2
11 30			+35	+36	+37	+39	+41	+43	11 30	−3·3
12 0			+31	+31	+31	+31	+31	+31	12 0	−3·4
12 30			+27	+26	+25	+23	+21		12 30	−3·3
13 0			+24	+21	+19	+15	+12		13 0	−3·2
13 30	+25s	+22s	+20	+17	+13				13 30	−3·1

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

$\Delta\alpha$ in Secunden — $\Delta\delta$ in Minuten

α \ δ	+50°	+60°	+65°	+70°	+74°	+78°	+80°	+82°	α	$\Delta\delta$
$14^h\ 0^m$	$+23^s$	$+19^s$	$+17^s$	$+13^s$					$14^h\ 0^m$	$-2'{\cdot}9$
14 30	+21	+17	+14	+ 9					14 30	−2·6
15 0	+20	+15	+11	+ 5					15 0	−2·3
15 30	+18	+13	+ 8	+ 2					15 30	−2·0
16 0	+17	+11	+ 6	− 1					16 0	−1·6
16 30	+16	+10	+ 5	− 3					16 30	−1·3
17 0	+15	+ 9	+ 3	− 5	−14	−30	−42	−61	17 0	−0·8
17 30	+15	+ 8	+ 3	− 5	−15	−31	−44	−63	17 30	−0·4
18 0	+15	+ 8	+ 2	− 6	−15	−32	−45	−64	18 0	0·0
18 30	+15	+ 8	+ 3	− 5	−15	−31	−44	−63	18 30	+0·4
19 0	+15	+ 9	+ 3	− 5	−14	−30	−42	−61	19 0	+0·8
19 30	+16	+10	+ 5	− 3	−12	−27	−39	−57	19 30	+1·3
20 0	+17	+11	+ 6	− 1	− 9	−23	−35	−51	20 0	+1·6
20 30		+13	+ 8	+ 2	− 6	−19	−29	−44	20 30	+2·0
21 0		+15	+11	+ 5	− 2	−13	−23	−36	21 0	+2·3

Equuleus. (Das Füllen.) PTOLEMAI'sches Sternbild am nördlichen Himmel mit den folgenden Grenzen:

Von $20^h\,48^m$, +2°, Stundenkreis bis +10°, Parallel bis $20^h\,56^m$, Stundenkreis bis +12°, Parallel bis $21^h\,28^m$, Stundenkreis bis +2° und Parallel bis $20^h\,48^m$.

HEIS zählt: 1 Stern 4ter Grösse, 4 Sterne 5ter Grösse, 11 Sterne 6ter Grösse, zusammen 16 Sterne, die dem blossen Auge sichtbar sind.

Equuleus grenzt im Norden an Delphinus und Pegasus, im Osten an Pegasus, im Süden an Aquarius, im Westen an Delphinus.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8808	*h* 3005	8·9	$20^h\,49^m{\cdot}1$	+ 3° 34′	8912	*h* 5515	10	$21^h\,4^m{\cdot}4$	+ 3° 46
8819	Σ 2735	6	20 50·7	+ 4 9	8911	*O*Σ 429	7	21 4·4	+ 4 38
8839	Σ 2737	5	20 54·1	+ 3 55	—	β 71	5	21 5·5	+ 9 44
8841	*Mayer*	—	20 54·1	+ 4 33	8926	Σ 2765	8	21 6·1	+ 9 9
8842	*h* 928	9·10	20 54·4	+ 2 19	8936	*h* 277	10	21 6·8	+11 59
8848	*h* 3006	10	20 55·9	+ 2 33	8941	*h* 3013	11	21 7·6	+ 4 12
8855	Σ 3755	6	20 57·3	+ 6 57	8950	σ 712	6·5	21 8·5	+ 6 48
8856	*h* 1603	10	20 57·4	+ 9 52	—	β 270	6·5	21 8·5	+ 6 48
—	β 835	8·0	20 59·6	+ 7 22	8953	*h* 278	—	21 9·0	+10 19
—	β 269	8	20 59·6	+ 7 22	8956	*h* 3015	10	21 9·3	+ 6 38
8876	Σ 2749	7·8	20 59·7	+ 3 8	—	β 682	7·5	21 9·5	+ 4 17
8877	*h* 3008	9	20 59·7	+ 7 26	8959	Σ 2777	4	21 9·6	+ 9 36
8878	*Hh* 715	—	20 59·8	+ 6 22	8978	*h* 5516	9	21 11·5	+ 2 34
—	β 70	8	20 59·8	+11 38	8987	*h* 279	11	21 12·8	+11 54
8895	*h* 274	9	21 2·3	+11 28	8989	*h* 3019	9·10	21 13·0	+ 9 26
8907	*h* 3011	8	21 4·1	+ 5 19	8999	*h* 3022	10	21 13·0	+ 5 34
8908	*O*Σ 428	7·8	21 4·1	+ 6 19	8993	*h* 3020	10	21 13·2	+ 9 16

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8994	*h* 3021	10	21ʰ 13ᵐ·4	+ 9° 8′	9034	Σ 2791	8·9	21ʰ 18ᵐ·7	+ 3° 56′
—	β 163	7	21 13·8	+11 9	9048	β 164	7·5	21 20·2	+ 8 57
9005	Σ 2786	7	21 14·8	+ 9 6	9057	*h* 3028	10	21 20·8	+ 6 16
9011	*h* 933	10	21 15·6	+ 9 52	9072	Σ 2799	6	21 24·0	+10 39
—	β 838	7·6	21 15·8	+ 2 42	9093	*h* 3032	8	21 27·5	+ 4 26
9016	OΣ 435	7	21 16·4	+ 2 28	9095	*h* 3033	9	21 27·6	+ 6 21
9026	*h* 3023	5	21 17·9	+ 6 23	9100	*h* 937	11	21 27·8	+ 7 24

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7015	21ʰ 0ᵐ·8	+11° 1′	*vF, pS, glbM*	1376′	21ʰ 20ᵐ·4	+ 3° 54	*pB, S, R*
1360′	21 5·9	+ 4 39	*F, dif*	1379′	21 20·9	+ 2 40	*vF, bM, stell*
1361′	21 6·5	+ 4 38	*vF, vS, dif*	7068	21 21·7	+11 44	*vF, S* ✱ nahe
7040	21 8·3	+ 8 27	*eF, vL, mEns*	1380′	21 22·1	+ 2 16	*pB, S*
1364′	21 8·3	+ 2 21	*pB, pS, R, sbM*	7074	21 24·7	+ 6 15	*vF, S, E*
1365′	21 8·9	+ 2 9	*eF, pS, R*	7078	21 25·1	+11 44	*!,⊕, vB, vL, iR, vsmbM, rrr, st vS*
1367′	21 9·1	+ 2 35	*vF, vS, R, F* ✱ *nr*	7085	21 27·5	+ 6 8	*eF, S, E*
7046	21 9·9	+ 2 25	*eF, pL, R, lbM*				
1374′	21 16·0	+ 3 34	*F, S, 2 F st inv*				

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	20ʰ 52ᵐ 49ˢ	+3° 48′·6	6·5	*G*	6	21ʰ 8ᵐ 1ˢ	+6° 49′·8	9·0	*G*
2	20 54 42	+3 53·1	8·8	*G*	7	21 16 8	+6 56·8	6·0	*G*
3	20 59 36	+5 6·4	5·5	*G*	8	21 23 31	+7 45·8	6·5	*G*
4	21 3 33	+6 35·8	6·5	*G*	9	21 24 36	+6 8·6	6·5	*G*
5	21 6 1	+3 30·7	7·5	*G*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	+ 0°	+10°	+20°	α	
20ʰ 30ᵐ	+31ˢ	+29ˢ	+27ˢ	20ʰ 30ᵐ	+2′·0
21 0	+31	+29	+28	21 0	+2·3
21 30	+31	+30	+28	21 30	+2·6
22 0	+31	+30	+29	22 0	+2·9

Eridanus. (Der Eridanusfluss.) Sternbild des PTOLEMAUS am südlichen Himmel, in der ursprünglichen Bezeichnung nur der »Fluss« genannt.

Grenzen nach der Uranometria Argentina:

Vom Punkte $1^h 20^m$, $-58° 30'$ eine Curve (über $1^h 30^m$, $-55° 0'$ und $1^h 52^m$, $-50° 0'$) bis $2^h 20^m$, $-45° 0'$, Stundenkreis bis $-40° 0'$, Parallel bis $3^h 0^m$, eine Curve (über $3^h 20^m$, $-38° 40'$ und $3^h 40^m$, $-36° 0'$) bis $3^h 45^m$, $-35° 0'$, Stundenkreis bis $-24° 23'$, Parallel bis $2^h 39^m$, Stundenkreis bis $-1° 45'$, Parallel bis $3^h 35^m$, Stundenkreis bis $0° 0'$, Aequator bis $4^h 40^m$, Stundenkreis bis $-4° 0'$, Parallel bis $5^h 5^m$, Stundenkreis bis $-11° 0'$, schräge Linie nach $4^h 50^m$, $-15° 0'$, Stundenkreis bis $-27° 15'$, Curve (über $4^h 40^m$, $-30° 0'$, $4^h 35^m$, $-35° 0'$, $4^h 16^m$, $-40° 0'$, $3^h 20^m$, $-45° 0'$, $2^h 40^m$, $-50° 0'$, $2^h 15^m$, $-55° 0'$) nach $2^h 10^m$, $-58° 30'$, Parallel bis $1^h 20^m$.

Nach der Uranometria Argentina enthält ferner das Sternbild für das blosse Auge sichtbar: 1 Stern 1ter Grösse, 7 Sterne 3ter Grösse, 20 Sterne 4ter Grösse, 35 Sterne 5ter Grösse, 103 Sterne 6ter Grösse, ausserdem 2 Variable, somit im Ganzen 168 Sterne.

Eridanus grenzt im Norden an Cetus, Taurus und Orion, im Osten an Orion, Lepus, Caelum und Horologium, im Süden an Hydrus, im Westen Phönix, Fornax und Cetus.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
600	Δ 4	6	$1^h 34^m{\cdot}9$	$-53° 56'$
612	Δ 5	6·7	1 36·0	−56 43
732	*h* 3473	4	1 51·8	−52 6
828	*h* 3485	9	2 7·6	−49 47
872	Δ 6	4	2 12·9	−51 58
870	*h* 3493	10	2 12·9	−50 1
969	*h* 3510	8	2 30·5	−43 25
974	*h* 3513	9	2 31·3	−42 55
985	*h* 3516	8	2 32·4	−48 50
1004	*h Mm* 1181	—	2 35. . .	−45 9
1017	*h* 3521	10	2 36·3	−49 26
1031	*h* 3527	7	2 39·4	−40 57
1041	Σ 308	8·9	2 42·2	−10 18
—	β 1002	8·0	2 42·4	−15 48
1055	*h* 3531	10	2 44·0	−40 41
1054	Σ 315	8	2 44·5	−10 58
1061	*h* 3533	8	2 45·2	−20 40
—	β 10	7	2 45·4	− 5 23
1074	*h* 3537	10	2 46·5	−10 42
1073	*h* 2163	13	2 48·2	−43 8
1081	*h* 659	10	2 48·3	− 4 35
1090	*S.C.C.* 121	3·0	2 51·6	− 9 18
1106	*h* 3544	9	2 53·1	−43 8
1114	Δ 9	4	2 54·5	−40 43
1111	*h* 3545	7	2 54·8	− 9 59
1119	*h* 3546	9	2 56·6	−18 17
—	β 11	5·5	2 57·8	− 8 5
1124	Σ 341	8	2 57·9	− 2 29
—	β 1174	7·7	2 58·7	−11 21
1134	*h* 3548	7	$2^h 59^m{\cdot}3$	$-21° 45'$
—	β 527	8·0	3 1·5	−13 38
1148	Σ 356	7·8	3 1·9	−13 43
—	β 528	8·5	3 3·4	− 3 58
1152	Σ 357	8	3 3·5	−12 58
1153	Σ 358	8·9	3 3·7	− 4 4
1157	*h* 2174	9·10	3 4·8	− 8 58
1161	*h* 3551	9	3 5·2	−14 22
—	β 400	7·0	3 6·3	− 4 11
1173	*h* 3554	8	3 7·7	− 3 17
1175	Σ 365	8·9	3 7·9	− 4 34
1186	*h* 3556	—	3 8·9	−44 48
—	β 529	8·0	3 9·1	− 8 56
1190	*h* 3557	7	3 10·1	−13 48
1191	*h* 3558	10	3 10·2	−14 26
1194	*h* 2183	10	3 10·6	− 9 44
—	β 84	6	3 11·1	− 6 18
1202	*h* 3561	8	3 12·3	−20 19
1203	*h* 3563	8	3 12·8	−23 24
1206	*H h* 83	—	3 13·0	−23 10
1212	*h* 3565	5	3 14. . . .	−18 51
1217	*S.C.C.* 130	3·6	3 15·1	−22 7
1219	*h* 3567	10	3 15·6	−14 22
1228	*h* 3570	6	3 17·2	−20 42
1227	*h* 3569	9	3 17·4	−13 38
—	β 531	7	3 18·4	− 8 9
1234	*h* 2187	9	3 18·5	−11 42
1235	*h* 2188	9	8 18·6	−10 36
1237	Σ 387	8	3 18·7	−11 34

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 12	7	3h 19m·5	−14° 20′	1477	Σ 489	8·9	3h 57m·9	− 7° 17′
1252	h 3574	—	3 21·8	−21 51	—	β 1004	7·5	3 58·2	−34 46
—	β 1180	8·3	3 23·4	− 4 55	1479	h 3615	8	3 58·5	−15 25
1281	h 3579	7	3 24·8	−44 0	1482	h 3617	8	3 59·3	−12 2
1278	Σ 407	8	3 25·3	−11 28	1504	h 3622	9	4 1·1	−36 6
1279	Σ 408	8	3 25·7	− 4 37	1501	h 3621	8	4 1·3	−34 6
1286	Σ 411	7	3 27·4	− 7 25	1497	h 3619	7	4 1·3	−12 2
—	β 532	7·5	3 28·4	−10 23	1511	h 3623	9	4 3·1	−32 43
1293	Σ 417	8·9	3 28·6	− 2 47	1512	Σ 501	8	4 3·6	− 2 57
—	β 308	8·5	3 33·0	− 7 59	1529	h 2224	8·9	4 7·1	− 9 6
1322	h 3583	10	3 33·2	−20 48	1532	Σ 514	8·9	4 7·8	− 7 3
1330	Δ 13	5	3 34·0	−40 26	1539	h 3626	8	4 8·5	− 9 44
—	β 534	7·5	3 34·0	− 8 50	1543	h 3628	7	4 9....	−36 26
1333	Σ 433	8	3 35·5	− 8 23	1542	h 3627	8	4 9....	−34 2
1337	Σ 436	7	3 36·1	−12 56	1547	h 3629	8	4 9·7	−16 48
1344	Δ 15	6	3 36·2	−40 40	1545	Σ 516	7	4 9·8	−10 30
1336	h 2201	8	3 36·2	− 5 37	1551	Σ 417	4·8	4 10·8	− 7 44
1348	h 2202	10·11	3 37·7	− 0 4	1558	h 3632	7	4 11·1	−30 19
1367	h 3588	7	3 39·9	−11 5	1553	Σ 518	11	4 11·2	− 7 43
1377	h 3589	7	3 40·6	−40 58	—	β 548	7	4 11·8	−10 20
1376	Σ 451	8	3 40·7	−13 39	1566	h 3633	10	4 12·9	−17 3
1383	h 3590	7	3 41·7	−42 13	1565	h 23	10	4 12·9	− 7 14
1395	h 3593	9	3 43·0	−39 59	1574	Σ 525	8·9	4 13·9	− 2 56
1390	h 2209	9	3 43·7	− 9 37	1580	h 3636	3	4 14·1	−34 2
1399	h 3594	8	3 44·2	−20 42	1577	Σ 527	8	4 14·2	− 7 40
—	β 539	9·0	3 44·2	− 1 49	1583	h 3637	9	4 14·8	−26 57
1408	Δ 16	—	3 44·9	−37 56	1591	h 3642	7	4 16....	−34 7
—	β 401	7·0	3 45·2	− 1 48	1596	Σ 532	7	4 16·9	−14 31
1401	h 667	9	3 45·3	− 0 29	1597	Σ 536	8	4 17·2	− 4 54
1407	h 668	8	3 45·8	− 0 28	—	β 744	6·5	4 17·4	−25 57
1415	h 3599	10	3 46·7	−19 13	1604	h 3644	6	4 17·4	−15 58
1423	h 3602	10	3 47·2	−27 47	1603	Σ 537	8	4 17·4	−10 12
1424	h 3601	8	3 47·4	−23 14	—	β 402	8·5	4 18·0	− 1 30
1422	h 338	5	3 47·7	− 5 39	1606	Σ 539	8	4 18·3	− 5 15
1426	h 2212	9·10	3 47·9	− 6 15	1607	h 2229	9·10	4 18·6	− 5 48
1428	h 5458	8	3 48·1	− 2 6	1620	h 3647	10	4 19·5	−18 19
1429	Σ 466	8	3 48·2	− 2 18	1618	Σ 543	8·9	4 19·6	− 5 6
1434	Σ 468	8	3 49·1	− 2 6	1623	Σ 544	8	4 20·0	− 8 59
1436	Σ 470	4	3 49·3	− 3 15	—	β 403	7·0	4 20·3	− 2 17
1437	h 2214	10·11	3 49·5	−10 11	1631	Σ 547	8·9	4 20·9	− 1 37
—	β 541	8·5	3 50·9	− 1 34	—	β 311	6·5	4 22·7	−24 18
—	β 542	9	3 51·4	− 7 15	—	β 184	7	4 23·4	−21 43
—	β 543	8·5	3 52·4	− 1 27	1647	h 3649	10	4 23·7	−14 12
1450	Σ 475	8	3 53·0	− 7 24	—	β 549	8	4 24·0	−12 10
1458	h 3611	9	3 53·1	−40 14	1658	h 3652	9	4 25·5	−33 47
1451	h 3608	3	3 53·4	−13 48	1661	h 3653	8	4 26·2	−16 40
—	β 1242	7·5	3 53·6	− 2 56	1659	h 24	9	4 26·5	− 7 37
1468	h 3613	10	3 55·7	−14 48	1664	h 2234	9	4 26·8	− 9 3
1475	Σ 488	8·9	3 56·4	− 4 18	1673	Σ 560	6·7	4 27·2	−13 52
1478	h 3614	9	3 57·6	−37 24	1671	*Hh* 124	—	4 27·3	− 3 23

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 746	8	4^{h} 27^{m}·7	−36° 8′
1682	Σ 564	8	4 28·6	−12 20
—	β 881	6·0	4 29·0	− 6 57
1700	Σ 571	6·7	4 30·0	− 3 49
1696	Σ 570	7·8	4 30·5	− 9 57
1702	*h* 3664	8	4 30·8	−25 14
—	β 185	8	4 32·3	−15 7
1704	OΣ² 53	7	4 32·3	− 0 21
—	β 88	6	4 32·6	− 2 40
—	β 882	8·8	4 33·2	−11 20
1712	Σ 576	7	4 33·4	−13 13
1711	Σ 575	9	4 33·6	− 0 35
1719	*h* 25	9	4 34·6	− 7 1
—	β 1236	7·8	4 35·3	−21 27
1738	*h* 3677	9	4 36·5	−29 45
1741	*h* 26	10	4 37·9	− 6 39
1744	*h* 2238	15	4 38·6	− 8 59
1747	Σ 590	6	4 38·8	− 8 59
1761	*h* 27	9	4 40·7	− 5 22
1764	Σ 596	8	4 41·1	−12 8
—	β 186	8	4 41·1	− 7 10
1776	*h* 3687	9	4 42·0	− 8 52
—	β 312	8·0	4 43·4	−20 59

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1779	*h* 2240	9	4^{h} 43^{m}·5	− 4° 52′
1783	*h* 3690	8	4 43·5	−11 56
1801	*h* 3693	10	4 46·3	−12 24
1799	*h* 28	11	4 46·5	− 6 22
—	β 748	9·0	4 48·2	− 7 51
1816	*h* 29	9	4 48·8	− 6 28
1821	*h* 3700	7	4 48·9	−20 56
1823	*h* 2242	11	4 49·6	− 9 30
1826	*h* 352	9	4 50·3	− 4 1
1827	*h* 2243	10	4 50·4	− 5 1
1840	*Hh* 138	—	4 51·5	− 5 20
1852	Σ 624	8	4 52·8 *nisi* 51·8	− 5 55
1872	Σ 631	7·8	4 56·1	−13 39
1888	*h* 2247	10	4 57·8	− 5 49
1893	Σ 636	7	4 58·2	− 8 48
—	β 884	8·0	4 58·3	−12 35
1895	*h* 31	—	4 58·7	− 5 17
1919	*h* 2252	11	5 1·4	− 9 1
1921	Σ 642	5·9	5 1·8	− 4 47
1932	Σ 647	3·0	5 2·9	− 5 13
1936	Σ 649	7	5 3·5	− 8 48
1943	Σ′ 526	5·5	5 4·4	− 8 53

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
685	1^{h} 43^{m}·9	−53° 17′	*F, vL, R, vgvlbM*
745	1 50·6	−57 11	*pB, S, R, gbM*
754	1 50·9	−57 15	*vF, S, R, bM*
782	1 54·3	−58 16	*pB, pL, lE*, * 12 *att*
795	1 56·3	−56 19	*pF, S, R*, 2 *st* 11 *nr*
852	2 5·6	−57 12	*pF, pS, R, glbM, r*
939	2 22·5	−44 53	*vvF, S, R, gvlbM*
954	2 24·9	−41 51	*vF, pL, lE, gbM*, *8 *sf* 3′
979	2 28·0	−44 58	*F, S, R, bet* 2 *st* auf Parallel
1078	2 39·6	− 9 51	*eF, eS, R*(=1064? Cetus)
1080	2 40·2	− 5 8	*vF, pS, iR*
1081	2 40·3	−16 0	*eF, pS, R*
1098	2 40·8	−18 4	*F, vS, R, bMN*
1099	2 40·7	−18 8	*F, pS, lE, bMN*
1082	2 40·7	− 8 36	*eeF, pS, lE*
1083	2 40·9	−15 47	*eeF, pS, mE*
1100	2 41·0	−18 7	*F, vS, lE, bMN*
1084	2 41·1	− 8 0	*vB, pL, E, gpmbM*
1089	2 41·3	−15 29	*eeF, S, R*

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1091	2^{h} 41^{m}·5	−17° 58′	*vF, vS, R, sbMN*
1092	2 41·5	−17 58	*vF, vS, R, sbMN*
1102	2 42·9	−22 38	*eF, vS, R*
1103	2 43·2	−14 13	*eeF, S, E*, * 15 *inv*, * 11 *f*
1105	2 43·5	−16 7	*vF, vS, R*
1108	2 43·8	− 8 22	*eF, pS, R*
1110	2 44·0	− 8 14	*eF, pL, E* 348°
261′	2 44·3	−14 53	*F, pL*
1114	2 44·4	−17 24	*pF, pL, pmE, glbM*
1118	2 45·2	−12 35	*eF, vS, Epf*
1119	2 45·4	−18 27	*F, eS, R* (? *F* *)
1120	2 45·5	−14 53	*vF, S, R, bM*
1121	2 45·8	− 2 9	*F, mE*
1125	2 47·0	−17 3	*vF, S, lE, gbM*
1133	2 47·9	− 9 13	*vF, vS, lE* 45°, 2 *st np, nf*
1139	2 49·5	−15 6	*vF, S, R, gbMN*
1140	2 49·7	−10 26	*pB, S, R, stellar*
1145	2 50·0	−19 3	*F, pL, pmE*, 2 *S st f*
1147	2 50·4	− 9 31	*eF, vS, E* 0°, * 9·5 *f*
268′	2 50·7	−14 30	*vF, vS, iR, lbM*

Nummer der Dreyer-Cataloge	α	δ	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Cataloge	α	δ	Beschreibung des Objects
	1900·0				1900·0		
269′	2h 50m·7	−14° 28′	eF, vS, dif	1228	3h 4m·7	−23° 19′	eF, eS, R, gbM
270′	2 51·0	−14 36	pB, vS, R	1229	3 4·7	−23 22	eF, eS, R, gbM
271′	2 51·2	−12 25	vF, S, R	1230	3 4·9	−23 24	? F *
272′	2 51·4	−14 35	vF, S, iF	1231	3 4·9::	−15 58	eF, pL, E (? neb)
1148	2 52·1	− 8 6	eF, pS, R, v diffic	1232	3 5·2	−20 58	pB, cL, R, gbM, r
1150	2 52·5	−15 26	vF, S, R, sbMN	1234	3 5·5	− 8 14	eF, S, iR, * oder st inv
1151	2 52·5	−15 26	eF, S, R (neb ?)	1237	3 5·9	− 9 8	vF, S, E 170°, ? D *
1152	2 52·7	− 8 10	eeF, S, R, v diffic, * s	1238	3 6·2	−11 7	vF, pS, R
1154	2 53·3	−10 48	eF, S, lbM	1239	3 6·3	− 2 56	eF, stell (? A.R. + 30s)
1155	2 53·4	−10 47	eF, S, lbM	299′	3 6·3	−13 29	vF, vS, R, lbM
1157	2 53·5	−15 31	eF, pS, E 0°, sbMN	1241	3 6·4	− 9 18	F, pL, R, vglbM, * 9 n
1158	2 53·5	−14 46	eF, S, R, sbMN	1242	3 6·5	− 9 17	vF, S
276′	2 54·0	−16 7	pB, S, mbM	1243	3 6·5	− 9 20	F, vS, R
1162	2 54·2	−12 48	F, R, glbM, stell	1247	3 7·6	−10 51	F, pL, E 80°
1163	2 54·4	−17 34	vF, pS, mE 75°	1248	3 7·8	− 5 36	eF, S, lE, bM, * 9 n 5′
1172	2 56·9	−15 14	pF, pL, R, psbM	303′	3 7·9	−12 4	eF, eS, stell
1179	2 57·4	−19 18	eF, pS, gbM, * 12 f	306′	3 8·2	−12 6	eF, S, R, diffic
1180	2 57·4	−15 25	eF, vS, R, bMN	1253	3 9·1	− 3 11	* 12 mit neb f, 90″ lang
1181	2 57·4	−15 27	eF, vS, R, bMN	1256	3 9·6	−22 22	F, S, E, alm stell, * 8 np
1182	2 57·5	−10 4	eF, pS, E 120°, * 10 sp 2½′	1258	3 9·8	−22 10	eF, pS, vlE
1185	2 58·0	− 9 32	eF, pS, E 15°	1262	3 10·4	−16 16	eF, pS, iR, sbMN
1187	2 58·2	−23 16	pF, cL, pmE, gbM * 16, r	1263	3 10·4	−15 29	vF, S, lE, sbM
1188	2 58·4	−15 54	eF, vS, R	1266	3 11·0	− 2 48	vF, pS, * 13 sp 2′
1189	2 58·4	−16 0	eF, vS, R	1269	3 11·2	−41 27	vB, R, gmbM
1190	2 58·4	−16 3	eF, vS, R	1284	3 13·0	−10 40	eF, vS, 2 st s
1191	2 58·4	−16 5	eF, vS, R	1285	3 13·0	− 7 40	pF, S
1192	2 58·4	−16 4	eF, vS, R	1286	3 13·0	− 8 0	eF, eS, R, 4 B st s
1195	2 58·8	−12 27	eF, eS, * 12 sf	1287	3 13·5	− 3 6	vF, vS, iR
1196	2 58·8	−12 29	vF	1290	3 13·5	−14 21	eF, eS
1199	2 59·0	−16 0	cB, pS, iR, smbM	1289	3 13·6	− 2 20	vF, S, R, 4 st f
1200	2 59·2	−12 23	pF, cL, iR, bM	1291	3 13·7	−41 28	⊕, vB, pL, R, mbM, er
285′	2 59·3	−12 25	F, vS, dif	314′	3 13·8	− 2 21::	* 13 in vF, S neb
286′	2 59·9	− 6 52	vF	317′	3 14·2	−13 7	vF, pL, R
287′	3 0·2	−12 28	F, vS, R, stell	1295	3 14·4	−14 22	eF, vS, gbMN, * 10 f
1202	3 0·5	− 6 53	eF, S, 2 st nf 4′	1296	3 14·7	−18 26	eF, vS, R
1203	3 0·5	−14 46	vF, S, R, bMN (neb ?)	1297	3 14·7	−19 27	F, pS
1204	3 0·5	−12 44	eF, E 45°, r, sev st inv	1298	3 15·2	− 2 28	F, pS, R, * 13 sp
1205	3 0·5	−10 5	eF, pS, E 25°, * 9·5 sp 3′	1299	3 15·2	− 6 37	vF, S, vlE, gbM, er
1206	3 1·2	− 9 14	eF, vS, vlE 0°	1300	3 15·2	−19 46	cB, vL, vmE, psvmbM
1208	3 1·4	− 9 56	pB, S, lE 80° ±, lbM	1301	3 15·5	−18 55	vF, mE 135°
1209	3 1·4	−15 59	B, S, cE, psbM	1303	3 15·8	− 7 45	vF, sev st inv
1214	3 2·1	− 9 56	F, pS, iR	1304	3 16·1	− 4 59	eF, vS
1215	3 2·2	− 9 58	eF, vS, R	318′	3 16·1	−14 56	F, S, dif, lbM
1217	3 2·3	−39 25	pF, S, R, psbM	1305	3 16·3	− 2 40	pB, pS, R, * 16 att
1216	3 2·4	−10 0	eF, S, stell	1310	3 17·2	−37 30	⊕, vF, pL, R, vgvlbM
291′	3 2·7	−12 59	F, S, R, bM	1307	3 17·8	− 4 55	eF, vS, R, * 9·5 nf
1221	3 3·6	− 4 39	eF, vS, E 170°, * s	1308	3 17·4	− 3 7	eF, S, iF, am 3, 4 st
1222	3 3·9	− 3 20	vF * in pF, S, R neb	1309	3 17·5	−15 45	cB, cL, iR, gbM, * 8 sp 4′
1223	3 4·1	− 4 32	eF, S, R, gbMN	1315	3 18·7	−21 44	pB, S, R, gbM
1225	3 4·3	− 4 29	eF, vS, R	1314	3 18·8	− 4 32	* 10 mit eF, cL, E neb s

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1316	3h 18m·9	−37°35'	vB, cL, vlE, vsvmbMN
1317	3 18·9	−37 28	pB, pS, psbM
1318	3 18·9	−37 28	F
1319	3 19·5	−21 52	F, S, R, bM
1320	3 19·8	− 3 23	F, S, R, bM
1321	3 19·8	− 3 22	F, S, Epf, D oder biN
321'	3 19·8	−15 20	pB, vS, R
1322	3 19·9	− 3 16	vF, vS, R, bM
1323	3 19·9	− 3 10	eF, eS, * 13 sp 25'' ±
1324	3 20·1	− 6 5	vF, pS, pmE
1325	3 20·1	−21 53	F, mE 239°, * 9·5 att
1326	3 20·2	−36 50	○ ?, pS, vsvmbMN
1327	3 20·5	−26 2	eF, vS, neb ?
1328	3 21·1	− 4 29	vF, eS, R, bMN
1329	3 21·5	−17 56	F, pS, R, glbM
1331	3 21·7	−21 42	vF, vS
1332	3 21·9	−21 41	vB, S, E 114°, smbMN
324'	3 22·0	−21 42::	F, pS, dif, bM
1336	3 22·7	−36 4	vF, S, vlE, gbM
1337	3 23·2	− 8 45	eF, vL, mEns
1338	3 24·2	−12 30	vF, S, iR, lbM, r
1341	3 24·2	−37 30	F, S, R, * 12 sf
1345	3 25·0	−18 8	vF, S, R, pslbM
1346	3 25·3	− 5 53	eF, eS, R, bM, * 13 p
1347	3 25·4	−22 37	eF, pS, E 130°, sbMN
325'	3 25·9	− 7 23	vF, S, R, vlbM
326'	3 25·9	−14 46	vF, pL, Ens
327'	3 26·5	−15 2	eF, vS, dif, v diffic
328'	3 26·5	−14 59	vF, eS, R
1351	3 26·7	−35 12	pB, pS, R, psbM
1352	3 27·1	−19 37	eF, pslbM, dif, * 8 sf
1353	3 27·6	−21 10	pB, cL, iE, mbM
1354	3 27·9	−15 33	vF, S, lE, glbM
1355	3 28·4	− 5 20	pF, S
1357	3 28·6	−14 0	pF, pL, R, lbM, * 9 nf
1358	3 28·7	− 5 25	vF, S, bet 2 st
333'	3 29·1	− 5 27	eF, * 8·8 nf 4'
1359	3 29·3	−19 50	F, L, R, vglbM
1362	3 29·4	−20 38	vF, S, R
1361	3 29·6	− 6 35	eF, eS, gbMN
1365	3 29·8	−36 28	!!, vB, vL, mE, rN
1363	3 30·0	−10 11	vF, S, R, * 7 sp 3'·5
1364	3 30·2	−10 10	vF, S, vlE
1369	3 30·2	−36 36	F
1367	3 30·4	−25 16	vF
1368	3 30·5	−16 2	vF, vS, R, lbM
1370	3 30·8	−20 43	vF, S, R, bet 2 st 14
1373	3 31·4	−35 34	eF, vS
1374	3 31·4	−35 34	vB, pL, lE, gmbM
1375	3 31·4	−35 36	B, S, lE, pmbM
1372	3h 31m·5	−16° 14'	vF, vS, R, glbM
1376	3 32·1	− 5 22	eF, pL, iR, bM, r
1378	3 32·1	−35 32	F
337'	3 32·2	− 7 3	eeF, pL, 3 st nr
1377	3 32·2	−21 14	F, S, R, gbM
1379	3 32·3	−35 47	⊕, B, pL, R, gpmbM
1380	3 32·6	−35 19	vF, L, R, psbM
1381	3 32·7	−35 38	F
1382	3 32·7	−35 30	F
1386	3 33·0	−36 20	F
1383	3 33·1	−18 40	pF, S, R, psmbM
1387	3 33·1	−35 51	⊕, vB, pL, R, gmbM
1389	3 33·4	−36 5	F
1388	3 33·5	−16 15	vF, vS, R, lbM
339'	3 33·6	−18 42	eF, eS, stell N
1390	3 33·6	−19 22	vF, pS, E 260°
1392	3 33·8	−37 28	vF, pS, R
1393	3 34·1	−18 46	F, S, R, glbM
1395	3 34·2	−23 21	B, pS, E, psmbM
1396	3 34·2	−36 0	F
1391	3 34·4±	−18 37	eF, S, R, gbMN
1394	3 34·6±	−18 37	vF, vS, E 270°, sbMN
1398	3 34·6	−26 40	cB, cL, R, vmbM
1399	3 34·6	−35 47	⊕, vB, pL, psbM, rr
1397	3 34·8	− 4 59	vF, vS, lE
340'	3 34·8	−13 26	F, pS, Epf, * 14 am Ende
1400	3 35·0	−19 1	cB, pS, R, psmbM
1401	3 35·0	−23 3	vF, vS, R
1402	3 35·0	−18 51	eF, vS, R
1403	3 35·0	−22 43	vF, eS, neb *
1404	3 35·0	−35 55	vB, pL, R, psmbM
1406	3 35·4	−31 38	F, cL, vmE, vglbM, * 7 p
1411	3 35·4	−44 25	B, pS, R, smbM
1405	3 35·5	−15 51	eF, pL, mE 150°, glbM, F st inv
1408	3 35·5	−35 51	F
343'	3 35·6	−18 46	eF, vS, lE 90°, dif
1407	3 35·7	−18 54	vB, L, R, svmbMN
1409	3 36·1	− 1 28	eF, stell oder lE
1410	3 36·1	− 1 27	Doppelnebel mit 1409
1412	3 36·3	−26 32	F, S, E, gbM, * sf
1413	3 36·5	−15 55	eF, vS, R, lbM
1414	3 36·5	−22 3	cF, pS, mE 0°, bMN
344'	3 36·6	− 4 59	eeF, pL, R
1415	3 36·6	−22 53	pB, S, lE, pglbM, * sf
1416	3 36·6	−23 6	eF, S, R, * 8·6 n 2'
345'	3 36·6	−18 38	eF, vS, iR, gbM
346'	3 36·8	−18 41	vF, eS
1419	3 37·0	−37 51	pF, pS, R, psbM
1417	3 37·0	− 5 1	pF, pL, lE, lbM, * sf

Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1418	3h 37m·3	— 5° 3′	vF, S, E, * 11 sf 1′
347′	3 37·6	— 4 38	eF, vS, R, stell
1420	3 37·7	— 6 10	F, vS, * 13 p
1421	3 37·8	—13 49	F, cL, mE 0°, r
1422	3 38·0	—22 1	eF, pS, E 80°
1425	3 38·1	—30 13	F, pL, iR, gbM
1423	3 38·3	— 6 42	eeF, S, R, v diffic
1424	3 38·3	— 5 3	vF, * 10·11 np
1426	3 38·4	—22 26	pF, S, lE, bM
1427	3 38·5	—35 43	pF, S, R, psmbM
1428	3 38·5	—35 29	F
1430	3 38·9	—18 33	eF, S, E 20°, sbMN
1429	3 39·1	— 5 2	eF, vS, E 0°, gbMN
1434	3 39·6	—10 0	eF, S, R, * 8·5 f 25 s, n 3′
1436	3 39·6	—36 26	⊕, vB, pmE, pgbM
1437	3 39·8	—36 10	F, vL, R, glbM
350′	3 39·9	—12 6	F, S, R, v dif
1438	3 40·4	—23 19	eF, mE, N, * 10 f
1448	3 40·4	—44 58	pB, L, vmE 222°
1439	3 40·5	—22 14	F, pS, gpmbM
1440	3 40·5	—18 36	pB, pS, R, smbM * 13
1442	3 40·6	—19 34	pB, vS, bM (? = 1440)
1441	3 40·7	— 4 24	vF, S, iE, * 12 f
1443	3 40·8	— 4 20	vF
1445	3 40·9	—10 10	vF, S, R, * np
1446	3 41·0	— 4 23	eF
1452	3 41·0	—18 53	F, R, lbM
1447	3 41·0	— 9 21	vF, S, R, neb ?, * 7·8 f
1449	3 41·1	— 4 27	vF, vS, vlE
1450	3 41·1	— 9 33	eF, pS, R (? D, dist 0′·4)
1451	3 41·2	— 4 23	vF, vS, lE
1457	3 41·3	—44 58	pF, pL, eE 42°, vgpmbM
1454	3 41·4	—21 0	vF, eS, R (? *), * 9·5 sp
1453	3 41·5	— 4 17	pB, S, R, * 17 M
1455	3 41·6	—18 57	vF, S, lE 30°, sbMN
1459	3 42·4	—25 50	eF, pS, gbM
1460	3 42·5	—37 0	F, S, R, * att
352′	3 42·8	— 9 3	F, vS, R, bM
1461	3 43·9	—16 42	pB, S, lE, mbMN
1464	3 46·7	—15 41	pF, S, R, 2 st nr
1467	3 47·2	— 9 9	eF, vS, R, * 9 s 4′
1468	3 47·3	— 6 39	vF, vS, R, bM
1470	3 48·4	— 9 18	eF, S, E 0°
1471	3 48·4	—15 42	vF, vS, E 45°
1472	3 48·5	— 8 52	vF, eS, stell N
1476	3 48·9	—44 49	eF, S, E 90°, gbM
1475	3 49·3	— 8 25	eF, eS, R, * 14 np 4′
1477	3 49·5	— 8 52	eF, vS
1478	3 49·5	— 8 50	eF, vS
1479	3h 49m·6	—10° 30′	eF, S, E
1480	3 49·8	—10 33	eF, S, iR, * 10 f 30s
1481	3 50·1	—20 45	eF, S, R, 2 B st f
1482	3 50·2	—20 48	F, S, vlE, 2 st 10 [illegible]
1484	3 50·6	—37 17	vF, L, E, vgvlbM
1487	3 52·4	—42 39	pB, pL, R, gbM, 2 st △
1486	3 52·5	—22 6	eF, vS, R
1489	3 53·8	—19 30	eF, pS, E 190°
1492	3 54·5	—35 45	vF, vS, R
1495	3 54·9	—44 46	eF, S, lE 90°, vgvlbM
1498	3 55·8	—12 19	Cl, S, C
1504	3 57·5	— 9 36	eF, S, R, gbM
1505	3 57·5	— 9 35	eF, S, R, gbM
1507	3 59·3	— 2 28	vF, pL, mE, vlbM, r
1509	3 59·4	—11 27	vF, vS, lE, F * nr ?
1516	4 3·3	— 9 6	eeF, S, E, psmbM, r
1518	4 3·5	—21 26	B, L, pmE, gbM, * [illegible]
1519	4 3·6	—17 28	vF, S, lE, vS * inv
1521	4 3·9	—21 19	pB, R, bM
1524	4 5·5	— 9 3	eF, pS, R, gbM } D [illegible] 340°, 0′·5
1525	4 5·5	— 9 8	eF, pS, R, gbM }
1531	4 8·1	—33 6	pB, pL, R, bM
1532	4 8·2	—33 8	B, vL, vmE 32°, psmbM
1535	4 9·6	—12 59	○, vB, S, R, vsbM, r
1537	4 9·9	—31 48	vB, pS, lE, psmbM
1538	4 10·4	—13 29	eF, vS, R, gbM
1540	4 11·2	—28 44	vF, vS, E, gmbM, r
362′	4 12·0	—12 27	pB, vS, bM
1547	4 13·4	—18 7	pF, pS, iR (? Cl oder neb st inv)
1552	4 15·2	— 0 56	eF, pS, lE, vgbM, * 11 sp
367′	4 16·1	—15 1	pB, pL, dif
368′	4 18·0	—12 51	eS, R, bM
1561	4 18·4	—16 6	vF, vS, lE 170°, gbM, * 8 p 6′
1562	4 18·5±	—16 1	vF, eS, R, gbM
1563	4 18·5±	—15 59	eF, vS, R, bM } D
1564	4 18·5±	—15 59	eF, vS, R, bM }
1565	4 18·5±	—16 1	eF, pS, lE
369′	4 18·8	—12 1	F, S, R, [illegible]
1568	4 19·3	— 0 59	eF, vS, R, bet 2 st
370′	4 19·3	— 9 38	eF, S, [illegible]
1575	4 21·2	—10 19	vF, pS, R, * 9·5 [illegible]
1576	4 21·4	— 3 51	eF, bM, bet 2 st
1577	4 21·5	—10 20	vF, pL, R, bM, * [illegible]
1580	4 23·4	— 5 24	vF, vS, R, r
1583	4 24·5	—17 51	F, vS, R, sbMN
1584	4 24·5	—17 46	F, eS, R, sbMN

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0		Beschreibung des Objects
371′	4h 25m·1	— 0°	47′	*stell, eS, ? neb*
1586	4 25·1	— 0	45	*vF, iF, vlbM, bet* ⁚ und * 14
372′	4 25·1	— 5	14	*F, vS, R, lbM*
1591	4 25·4	—26	55	*pF, pS, R, gbM*
1592	4 25·5	—27	11	*vF, vS*
373′	4 25·8	— 5	6	*F, vS, R, mbM*
1594	4 26·2	— 6	1	*vF, pS*
375′	4 26·4	—13	11	*vF, dif, lbM*
1597	4 26·5	—11	30	*eF, vS, R, gbM*
376′	4 26·6	—12	39	*F, iF*
377′	4 26·6	—12	40	*F, iF*
1599	4 26·7	— 4	48	*vF, vS, R, vlbM*
1600	4 26·7	— 5	18	*pB, pL, R, gmbM*
1601	4 26·7	— 5	17	*vF, vS*
378′	4 26·8	—12	31	* stark neblig
1603	4 26·9	— 5	19	*vF, vS*
1604	4 26·9	— 5	35	*eF, S, R,* zwischen * u. *D**
379′	4 27·0	— 7	27	*vF, S, R, dif*
1606	4 27·0	— 5	16	*eF*
1607	4 27·1	— 4	41	*F, S, R, lbM*
380′	4 27·1	—13	8	*vF, bM*
1609	4 27·8	— 4	34	*vF, eS,* * 17 *n* 45″
1610	4 27·8	— 4	48	*eF, vS, R, bMN*
1611	4 28·2	— 4	31	*eF, S, E* 90° ±
1612	4 28·3	— 4	23	*vF, vS, R, gmbM*
1613	4 28·5	— 4	29	*F, vS, R, mbM*
1614	4 29·6	— 4	48	*pF, S, R, lbM*
1618	4 31·1	— 3	21	*F, S, iF, lbM,* 2 *st sf*
1619	4 31·2	— 5	2	*eeF, S. R*
1620	4 31·5	— 0	21	*vF, pL, mE* 140°, *B* ⁚ *nf*
1621	4 31·5	— 5	11	*eF, S, R, lbM*
623	4 31·5	—13	45	*eF, vS, R, gbMN*
22	4 31·6	— 3	24	*vF, S,* * 20 *p* 5s
25	4 32·1	— 3	31	*vF, E* 141°, *sbM, F* * *att np,* * 6 *p* 48s
26	4 32·3	— 5	12	*eF, vS, R,* * 8 *np*
27	4 32·6	— 5	4	*eF, pL, R,* 2 *st sf*
28	4 32·7	— 4	55	*vF, pS, mEns*
82′	4 33·1	— 9	43	*pB, pL, R, SN*
30	4 33·5	—19	7	*eF, eS, R*
31	4 34·1	—20	51	*Neb*
32	4 34·4	— 9	39	*eF, vS, R*
84′	4 34·5	— 8	2	*F, eS, R,* * 11 *n*
85′	4 34·7	— 7	17	*vF, vS, R, dif*
5	4 35·1	— 0	45	*F, S, R, bM,* * 11 *nf* 12s·5
6′	4 35·2	— 9	39	*vF, vS, vlbM*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0		Beschreibung des Objects
1636	4h 35m·9	— 8°	48′	*vF, pS, R, vgbM, r,* * *nf*
1637	4 36·4	— 3	3	*cB, L, R, vgbM*
1639	4 36·4	—17	11	*eF, vS, R, bet* 2 *st*
1638	4 36·6	— 2	0	*F, pL, lE*
387′	4 36·9	— 7	17	*eF, pL, v dif, diffic*
388′	4 37·0	— 7	29	*vF, v dif, S* * *inv*
389′	4 37·1	— 7	30	*F, S, R, stell*
390′	4 37·2	— 7	24	*vF, vS, R*
1640	4 37·9	—20	37	*vF, pS, E* 40°, *gbM*
1643	4 38·8	— 5	30	*eF, vS, iR, bM*
1645	4 39·1	— 5	39	*vF, pS, R*
1646	4 39·6	— 8	43	*F, vS, iR, bM,* * 7 *np*
1648	4 40·1	— 8	40	*eeF, pS, v diffic*
1650	4 40·5	—16	5	*vF, pS, E* 0°, *bMN*
1656	4 41·0	— 5	19	*eF, iF ?*
1659	4 41·6	— 4	58	*pF, pS, iE* 90° ±, *bM*
1665	4 43·4	— 5	37	*eF, pL, R, lbM*
393′	4 43·4	—15	42	*F, vS, iF, lbM*
1666	4 43·6	— 6	45	*vF, pS, R*
1667	4 43·7	— 6	30	*pF, pS, R, r ?*
394′	4 44·0	— 6	28	*vF, dif, ? vS Cl*
1677	4 46·4	— 4	58	*pF, pL, lE*
1681	4 46·9	— 5	58	*vF, S, R, vlbM*
1686	4 47·5	—15	31	*eF, vS, mE* 30°
1689	4 48·7	— 6	30	*pB, pS, lE*
1692	4 49·4	—20	43	*eF, vS, R*
1694	4 50·4	— 4	49	*vF, vS, R, sbM*
1699	4 52·0	— 4	55	*eeF, pS, R, bet* 2 *st*
1700	4 52·0	— 5	1	*cB, S, mbM* *
1710	4 52·7	—15	27	*vF, vS, R, bMN,* * 13 *inv*
398′	4 53·4	— 7	56±	*eF, pL, E* 5°, *dif*
1720	4 54·5	— 8	0	*pF, pL, lbM*
1721	4 54·5	—11	17	*vF, vS, R*
1723	4 54·7	—11	8	*F, bet* 2 *st* 9, 10 *n, s,* * *f*
1725	4 54·7	—11	17	*eF, vS, R*
1728	4 54·8	—11	17	*vF, vS, R*
1726	4 54·9	— 7	54	*F, R,* * 13 *s*
1741	4 56·7	— 4	24	*vF, vS,* feiner excentr. Punct im Innern
399′	4 56·8	— 4	26	*vF, vS*
1752	4 57·4	— 8	23	*F, pL, pmE,* 2 od. 3 *st* 11 *nf*
401′	4 59·6	—10	13	*vF, vS, R, vSN*
1779	5 0·5	— 9	17	*pB, S, R, gpmbM*
1784	5 0·8	—12	1	*pB, pL, vlE, vgbM, am st*
402′	5 1·5	— 9	16	*eF, pL, iR, dif*
1797	5 3·0	— 8	9	*eeF, S, R, vF* * *np*
1799	5 3·1	— 8	6	*vF, vS, vlE*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	1ʰ 36ᵐ 0ˢ	−56° 42′·0	5·6	*F*	22	4ʰ 5ᵐ 30ˢ	− 7° 11′·1	6·1	*GR*
2	1 52 3	−52 6·4	3·9	*R*	23	4 6 59	− 7 5·8	4·4	*WG*
3	2 36 44	−40 17·3	4·2	*R*	24	4 15 45	− 6 28·5	6·8	*O*
4	2 40 25	−19 0·3	4·0	*G*	25	4 16 20	− 0 19·7	6·3	*G*
5	2 45 13	−20 39·5	8·2	*R*²	26	4 18 54	−25 7·5	6·1	*R*
6	2 55 49	− 3 16·2	6·8	*O*	27	4 20 17	−34 15·0	4·0	*R*
7	2 57 48	− 8 4·7	6·0	*WG*	28	4 26 46	− 0 15·5	5·0	*G*
8	3 1 37	− 6 28·4	5·3	*G*	29	4 28 38	−10 59·6	6·5	*GR*
9	3 6 19	− 4 11·6	6·4	*G*	30	4 29 24	− 8 26·0	4·6	*R*
10	3 10 40	− 9 8·0	7·0	*GW*	31	4 29 25	− 9 10·3	5·0	*O*
11	3 11 25	− 6 6·0	6·3	*O*	32	4 36 4	−19 51·8	4·6	*OR*
12	3 23 15	−11 37·9	6·0	*WG*	33	4 39 17	− 8 41·3	5·8	*GW*
13	3 38 56	− 9 55·2	7·7	*G*	34	4 44 3	−16 30·4	6·5	*R*
14	3 39 7	−37 38·0	4·8	*R*	35	4 45 42	−16 25·4	5·4	*R*
15	3 39 50	− 0 37·2	6·2	*G*	36	4 48 54	−20 56·4	7·0	*R*
16	3 41 25	−12 25·0	4·3	*G*	37	4 49 42	−16 10·7	9·0	*R*
17	3 44 14	− 1 45·4	7·5	?	38	4 50 38	−16 54·1	6·2	*R*
18	3 45 44	−30 30·3	4·1	*R*	39	4 50 49	−16 34·7	*var*	*R*, *R* Eridani
19	3 50 21	−15 12·0	7·0	*GR*	40	4 55 51	− 5 51·5	6·3	*R*
20	3 51 48	−13 53·2	6·8	*GG*	41	4 56 36	− 7 19·2	4·9	?
21	3 53 23	−13 47·6	3·0	*O*	42	5 54 54	− 5 38·6	8·7	*RR*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
U Eridani .	3ʰ 46ᵐ 15ˢ	−25° 15′·5	8·5	11·4 <	
T „ .	3 50 57	−24 19·5	7·2	11·0	1889 Nov. 3 + 253ᵈ *E*
R „ .	4 50 49	−16 34·7			

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	0°	−10°	−20°	−30°	−40°	−50°	−60°	α	Δδ
1ʰ 0ᵐ	+31ˢ	+30ˢ	+30ˢ	+29ˢ	+28ˢ	+27ˢ	+25ˢ	1ʰ 0ᵐ	+3′·2
1 30	+31	+30	+29	+28	+27	+25	+22	1 30	+3·1
2 0	+31	+30	+29	+27	+25	+23	+19	2 0	+2·9
2 30	+31	+30	+28	+26	+24	+21	+17	2 30	+2·6
3 0	+31	+29	+28	+25	+23	+20	+15	3 0	+2·3
3 30	+31	+29	+27	+25	+22	+18	+13	3 30	+2·0
4 0	+31	+29	+27	+24	+21	+17	+11	4 0	+1·6
4 30	+31	+29	+27	+24	+21	+16	+10	4 30	+1·3
5 0	+31	+29	+26	+24	+20	+16	+ 9	5 0	+0·8
5 30	+31	+29	+26	+23	+20	+15	+ 8	5 30	+0·4

Fornax. (Der chemische Ofen.) Von Lacaille eingeführtes Sternbild des südlichen Himmels.

Nach der Uranometria sind folgende Grenzen angenommen worden:

Von $1^h 40^m$, $-40° 0'$, Parallel bis $3^h 0^m$, eine Curve (über $3^h 20^m$, $-38° 40'$ und $3^h 40^m$, $-36° 0'$) bis $3^h 45^m$, $-35° 0'$, Stundenkreis bis $-24° 23'$, Parallel bis $1^h 40^m$ und Stundenkreis bis $-40° 0'$.

Für das blosse Auge erkennbar sind, ebenfalls nach der Uranometria: 2 Sterne 4ter Grösse, 8 Sterne 5ter Grösse, 49 Sterne 6ter Grösse, im Ganzen somit 59 Sterne.

Fornax grenzt im Norden an Cetus und Eridanus, im Osten an Eridanus, im Süden an Eridanus und Phoenix, und im Westen an Sculptor.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
634	*h* 3458	10	$1^h 40^m{\cdot}0$	−37° 13′	973	*h* 3512	10	$2^h 31^m{\cdot}6$	−25° 11′
642	*h* 3461	6	1 40·9	−25 33	976	*h* 3515	10	2 31·8	−25 15
672	*h* 3466	8	1 44·1	−29 46	997	*h* 3518	8	2 34·5	−28 36
669	Σ 172	8·9	1 44·4	−26 36	1021	*h* 3523	8	2 38····	−29 59
680	*h* 3469	6	1 45·5	−38 55	1026	*h* 3526	7	2 38·8	−31 29
701	*h* 3472	9	1 48·4	−28 34	—	β 261	7	2 39·4	−28 20
769	*h* 3478	8	1 58·3	−30 47	1030	*Br.* 394	6	2 39·8	−25 56
780	*h* 3480	9	2 0·0	−36 45	1045	*h* 3529	9	2 42·7	−32 43
791	*h* 2114	—	2 2·8	−25 56	1060	*h* 3532	6	2 44·6	−37 49
812	*h* 3484	8	2 5····	−30 7	1062	β 877	6	2 45·4	−24 58
834	*h* 2120	9	2 9·0	−26 14	1064	*h* 3535	6	2 45·6	−28 22
861	*h* 3492	10	2 11·1	−33 19	1100	β 741	7·8	2 52·8	−25 22
—	β 737	8·0	2 13·1	−31 11	1105	*h* 3543	—	2 52·9	−29 22
890	*h* 3494	9	2 13·7	−35 55	1137	*h* 3549	10	2 59·0	−38 28
903	*h* 3498	7	2 17·6	−28 19	1169	*h* 3553	9	3 5·6	−38 15
—	β 738	7·0	2 19·0	−30 20	1177	*h* 3555	4	3 7·8	−29 23
—	β 739	8·0	2 20·4	−30 19	1241	*h* 3572	8	3 19·5	−26 35
943	*h* 3504	8	2 26·0	−30 48	1267	*h* 3578	8	3 23·7	−32 32
958	*h* 3506	6	2 29·4	−28 40	—	β 1003	8·1	3 41·2	−28 11
962	*h* 3509	7	2 29·9	−31 58	1402	*h* 3596	8	3 44·7	−32 5
970	*h* 2150	12	2 31·1	−24 43					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
[illegible]	$1^h 44^m{\cdot}4$	−27° 55′	*vF, pL, R, gbM*	857	$2^h 8^m{\cdot}3$	−32° 25′	*cB, S, E, psmbM*
[illegible]	1 45·3	−35 27	*F, S, R*	897	2 16·9	−34 10	*pB, S, R, psbM,* * 10*f*
[illegible]	1 45·5	−35 22	*cF, S*	922	2 20·5	−25 15	*cF, pL, R, gpmbM*
[illegible]	1 49·5	−36 22	*F, S, R, bM*	964	2 27·2	−36 28	*pB, pS, mE* 215°
[illegible]	1 49·6	−36 20	*ccF, S, R*	986	2 29·6	−39 29	*pB, L, pmE, sbM, biN*
[illegible]	1 51·2	−30 24	*pB, S, E, bM*	1049	2 35·6	−34 42	*pB, S, R stell*
[illegible]	1 53·9	−26 47	*pF, S, R, glbM*	1079	2 39·5	−29 26	*B, pL, pmE, sbM*
[illegible]	2 2·7	−25 56	*vF, vS D* * *inv*	1097	2 42·1	−30 41	*vB, L, vmE* 151°, *vbMN*
[illegible]	2 2·7	−36 58	*F, S, R, vsvmbM* * 13				
[illegible]	2 7·3	−36 19	*cF, pS, lE* 0°, *gbM*	1124	2 46·4	−26 8	*eF, eS, iR, gbM,* * 9 *nf*

Nummer des DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1165	$2^h\ 54^m{\cdot}5$	—32° 29′	*vF, pL, E, vlbM*	1340	$3^h\ 24^m{\cdot}3$	—31° 15′	*vB, pS, lE, psbM* (= 1344)
1201	3 0·8	—26 26	*cB, pS, vlE, r, S * nr*				
1210	3 1·4	—26 8	*cF, vS, iR, gbMN*	1344	3 24·6	—31 24	*cB, pL, iR, vgbM*
1255	3 9·2	—26 9	*F, pL, F * p* nahe	1350	3 25·6	—34 4	*B, L, mE, vmbMRN*
1288	3 13·2	—32 57	*vF, L, R, vglbM*	1360	3 29·3	—26 10	* 8 in *B, L neb, Em*
1292	3 13·9	—27 59	*F, pS, lE, vgbM, S* ** *nr*	1366	3 29·9	—31 32	*vF, S, iF, lbM*
1302	3 15·5	—26 25	*S, R, psvmbM,* * 9 *np* 1′	1371	3 30·7	—25 16	*pB, pL, vlE, psbM*
1306	3 16·5	—25 54	*vF, vS, gbM,* * 10·5 *f*	335′	3 31·1	—34 47	*pF, pS, cEpf*
1339	3 24·1	—32 38	*cB, pS, R, psbM,* ** *p*	1385	3 33·2	—24 50	*pB, pS, R, gpmbM*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Fornacis .	$2^h\ 24^m\ 47^s$	— 26°32′·4	8·5	< 10	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$3^h\ 15^m\ 14^s$	—24°29′·3	5·9	*R*	2	$3^h\ 43^m\ 55^s$	—30°28′·1	5·6	*F*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	—20°	—30°	—40°	α	
$1^h\ 30^m$	$+29^s$	$+28^s$	$+27^s$	$1^h\ 30^m$	+3′·1
2 0	+29	+27	+25	2 0	+2·9
2 30	+28	+26	+24	2 30	+2·6
3 0	+28	+26	+23	3 0	+2·3
3 30	+27	+25	+22	3 30	+2·0
4 0	+27	+24	+21	4 0	+1·6

Gemini. (Die Zwillinge.) Sternbild des PTOLEMAI'schen Thierkreises am nördlichen Himmel. Bei den Griechen die Dioskuren Castor und Pollux, daher auch diese Namen für die beiden hellsten Sterne des Bildes in Gebrauch sind. Angenommene Grenzen:

Von Punkt $5^h\ 50^m$, + 23° 0′, Stundenkreis bis + 28°, Parallel bis $6^h\ 30^m$, Stundenkreis bis + 36°, Parallel bis $8^h\ 5^m$, Stundenkreis bis + 27°, Parallel bis $7^h\ 50^m$, Stundenkreis bis + 13°, Parallel bis $6^h\ 30^m$, schräge Linie nach dem Ausgangspunkt.

HEIS verzeichnet: 1 Stern 1ter Grösse, 2 Sterne 2ter Grösse, 5 Sterne 3ter Grösse, 5 Sterne 4ter Grösse, 13 Sterne 5ter Grösse, 78 Sterne 6ter Grösse, dazu 1 Veränderlichen und 1 Sternhaufen, Summa 106 dem blossen Auge sichtbare Objecte.

Gemini grenzt im Norden an Auriga und Lynx, im Osten an Cancer, im Süden an Canis minor und Monoceros, im Westen an Orion und Taurus.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2356	*h* 374	9	5^h 51^m·0	+27° 22′
2379	OΣ 125	7	5 53·6	+22 29
2390	*Hh* 211	—	5 55·4	+23 21
2439	OΣ 133	7	6 2·0	+21 19
2454	OΣ 134	7	6 3·1	+24 28
—	β 1241	5·9	6 3·6	+23 8
—	β 1058	7·2	6 4·4	+23 1
2478	Σ 864	9	6 4·8	+20 39
2477	Σ 860	8	6 4·9	+24 54
2492	*h* 381	11	6 7·0	+26 44
2499	OΣ^2 70	7·8	6 8·0	+24 1
—	β 1008	*var*	6 8·8	+22 32
2513	*h* 2302	10·11	6 9·0	+19 12
—	β 894	8·2	6 10·6	+19 3
2532	*h* 2306	10·11	6 11·7	+20 18
2542	Σ 886	8·9	6 12·8	+23 19
2544	*Hh* 219	—	6 13·3	+23 19
2553	*h* 385	9	6 13·7	+22 9
2552	Σ 889	7·8	6 13·7	+25 4
2560	OΣ^2 74	6	6 14·4	+25 15
2565	OΣ^2 75	7	6 14·7	+18 6
2569	*h* 2313	11	6 15·3	+19 34
2567	OΣ 137	7	6 15·3	+21 11
2568	*h* 386	9	6 15·6	+27 35
2575	Σ 897	9	6 16·2	+26 43
—	β 1059	9·8	6 16·9	+22 34
2584	*S.C.C.*243	—	6 16·9	+22 35
2586	Σ 899	8	6 17·0	+17 38
—	β 1020	8·0	6 17·0	+28 49
2585	OΣ 138	7	6 17·2	+27 11
2600	OΣ 139	7	6 19·5	+22 31
·	β 1191	7·0	6 20·3	+18 49
2622	Σ'732	6·7	6 21·8	+20 51
2623	*h* 390	10	6 22·0	+24 22
—	β 1192	8·7	6 23·0	+20 16
2634	OΣ^2 77	4	6 23·0	+20 16
2635	*Mayer*	—	6 23·2	+22 14
2644	*Hh* 225	—	6 24·1	+21 41
2646	OΣ 141	7	6 24·2	+17 58
2645	*h* 391	9	6 24·3	+25 45
2651	*Hh* 228	—	6 24·8	+20 30
—	β 1021	8·0	6 25·4	+28 27
2660	*Demb.* 6	—	6 25·5	+15 49
2658	OΣ 143	6·7	6 25·5	+17 1
2667	Σ 924	6·7	6 26·5	+17 52
2671	OΣ 145	7	6 26·6	+15 48
2670	*h* 2320	9	6^h 26^m·7	+20° 58′
2673	*h* 392	8	6 27·0	+25 22
2681	*h* 393	11	6 27·4	+27 15
2688	Σ'746	7·4	6 28·1	+22 13
2695	Σ 932	8	6 28·6	+14 50
2707	OΣ 149	6·7	6 30·2	+27 23
2712	*h* 395	9	6 31·0	+27 22
2717	Σ 943	9	6 31·5	+23 17
2718	Σ 942	8·9	6 31·6	+23 44
2719	*h* 396	11	6 31·7	+25 4
2724	*S.C.C.*254	—	6 31·9	+16 29
2722	*Hh* 238	—	6 31·9	+16 32
2727	OΣ 151	7	6 32·6	+27 53
2729	*S* 528	—	6 32·7	+31 41
2733	*h* 2326	10	6 32·9	+20 2
2734	OΣ 152	6	6 33·2	+28 21
2732	*h* 735	9	6 33·4	+35 31
—	β 571	6·0	6 34·2	+13 4
2741	Σ 947	8	6 34·5	+19 31
2744	*h* 397	7	6 35·0	+28 18
2756	OΣ 153	7	6 36·0	+25 34
2771	Σ'765	3·5	6 37·8	+25 14
2781	Σ 957	8	6 38·7	+30 56
2787	Σ 959	8·9	6 38·9	+13 53
2785	OΣ 155	7	6 39·3	+24 48
2795	OΣ 156	6·7	6 41·5	+18 19
2798	Σ 962	8	6 41·9	+26 49
—	β 1193	5·7	6 44·0	+21 54
2830	*h* 2345	11	6 45·1	+19 22
2837	Σ 976	8	6 45·6	+18 49
3839	*a* 249	—	6 46·2	+34 5
2848	*h* 739	9	6 46·8	+28 50
2858	*h* 401	9	6 47·6	+23 40
2957	*h* 400	10	6 47·7	+28 11
2859	*h* 402	10	6 48·0	+23 43
2863	OΣ 160	6·7	6 48·4	+21 18
2865	*h* 2351	10·11	6 48·5	+18 7
2869	OΣ 161	7	6 49·0	+21 43
2867	Σ 981	8	6 49·0	+30 19
2872	Σ 982	6	6 49·0	+14 18
2870	Σ 983	7·8	6 49·6	+34 35
2873	Σ 984	8	6 49·8	+32 35
2880	*h* 742	9	6 50·2	+29 6
2884	Σ 991	8	6 50·9	+25 5
2885	*h* 404	11	6 51·2	+27 27
2900	OΣ^2 80	7	6 52·5	+14 23

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2905	Σ 1000	8	6h 53m·2	+25° 22'	3114	h 418	10	7h 16m·8	+25° 25'
—	β 899	9·0	6 53·3	+18 51	3124	h 3291	10	7 18·2	+14 20
2909	h 405	10	6 53·6	+22 2	3121	Σ 1081	8	7 18·2	+21 40
2910	h 406	9	6 53·9	+27 55	3122	h 420	11	7 18·4	+26 53
2911	h 407	11	6 54·4	+33 31	3123	h 421	9	7 18·6	+26 50
2919	OΣ 162	7	6 54·5	+16 13	3129	h 2379	11	7 19·1	+18 54
—	β 1022	8·0	6 54·5	+27 24	3136	Σ 1083	7	7 19·7	+20 41
2922	Σ 1008	8·9	6 55·4	+26 43	3139	h 3292	9	7 19·8	+15 2
2929	h 408	9	6 56·5	+27 29	3138	OΣ 171	7	7 20·3	+31 49
2930	h 409	9	6 56·9	+24 27	3148	Σ 1088	7	7 20·4	+14 18
2940	OΣ² 81	4	6 58·2	+20 44	3150	Σ 1087	8	7 20·5	+14 [illegible]
2942	Σ 1012	8	6 58·6	+28 17	3153	Σ 1090	7	7 20·6	+15 45
2952	Σ 1014	8·9	6 59·6	+29 17	3157	S.C.C.286	—	7 21·0	+20 27
—	β 900	8·2	6 59·7	+21 9	3152	Σ 1089	8	7 21·5	+15 2
2959	OΣ 164	6·7	7 0·1	+25 1	3168	Σ 1094	8	7 21·7	+15 31
2966	h 412	7	7 1·0	+24 20	3163	Σ'872	7·4	7 21·7	+22 21
2961	h 411	10	7 1·2	+35 22	3165	Hh 266	—	7 21·8	+21 [illegible]
2969	Σ 1017	8·9	7 1·4	+17 0	3176	OΣ² 85	7	7 22·6	+24 52
2981	Σ 1023	8	7 2·4	+25 9	3173	Mayer 296	—	7 22·7	+31 [illegible]
2985	OΣ 165	5·6	7 2·6	+16 6	3175	OΣ 172	7	7 22·9	+35 1
2991	Σ 1027	8	7 3·0	+17 4	3182	S.C.C.290	—	7 23·3	+21 7
2993	OΣ² 83	6·7	7 3·5	+25 55	3186	OΣ² 86	7·8	7 23·6	+14 33
—	β 1009	5·0	7 4·8	+30 24	—	β 1194	5·5	7 23·6	+28 4
3010	Σ 1035	7	7 6·0	+22 27	3201	Σ 1102	8	7 24·8	+14 5
3012	Σ 1037	7·8	7 6·6	+27 24	3200	h 424	11	7 24·8	+24 54
3016	Hh 258	—	7 6·8	+22 10	3194	h 3293	11	7 24·8	+35 41
3017	OΣ 168	7·8	7 6·9	+21 32	3213	Σ 1106	8	7 25·6	+16 32
3014	OΣ 167	7	7 7·0	+32 20	—	β 22	8·5	7 26·8	+33 3
3022	h 3290	11	7 7·4	+14 45	3221	Σ 1108	7	7 26·9	+23 7
3020	h 413	11	7 7·4	+34 34	3222	h 3294	10	7 27·5	+35 51
3024	Hh 259	—	7 7·6	+16 20	3226	β 579	8·0	7 28·0	+33 [illegible]
3025	Σ 1041	8	7 7·9	+17 57	3228	Σ 1110	2·3	7 28·2	+32 7
3033	Σ 1047	7	7 8·6	+15 56	3234	OΣ 175	6	7 28·8	+31 10
3036	Σ 1046	8	7 9·0	+14 44	3241	h 2396	10	7 28·9	+30 24
—	β 1023	8·5	7 9·0	+26 3	3240	Σ 1113	7	7 30·0	+24 [illegible]
3048	Σ 1053	8	7 10·7	+24 43	3244	Σ 1117	8	7 30·2	+35 [illegible]
3055	h 415	10	7 11·4	+33 38	3262	Σ 1119	8	7 32·0	+35 57
3054	Σ 1054	7·8	7 11·5	+35 7	3261	Hh 270	6	7 32·0	+35 [illegible]
3069	Σ 1061	3	7 12·3	+16 43	—	β 200	6	7 32·0	+35 [illegible]
—	β 576	7	7 12·4	+35 21	3273	h 2404	9·10	7 32·4	+18 [illegible]
3072	h 416	10	7 13·0	+22 54	3283	h 765	8	7 33·7	+28 57
3082	h 2372	7	7 13·9	+20 39	3295	Σ 1124	8	7 35·0	+22 [illegible]
3088	Σ 1068	8·9	7 14·2	+13 34	3292	Σ 1128	8·9	7 35·1	+33 [illegible]
3084	Σ 1066	3	7 14·2	+22 10	3305	h 3297	11	7 35·8	+15 [illegible]
3089	S 546	—	7 14·8	+31 41	3304	Σ 1129	8·9	7 35·9	+18 [illegible]
3087	Σ 1070	8	7 14·8	+34 13	3307	h 2409	9·10	7 36·5	+19 [illegible]
—	β 1024	9·0	7 15·2	+29 33	3321	h 427	4	7 38·4	[illegible]
3091	h 417	9	7 15·3	+34 53	3328	h 3298	10	7 38·8	+13 [illegible]
3100	h 757	11	7 16·2	+34 27	3327	h 2412	10·11	7 38·9	[illegible]
3112	Σ 1078	7	7 16·3	+14 22	3329	β 580	1·3	7 39·2	[illegible]

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3326	*O*Σ 181	7·8	7^h 39^m·3	+34° 49′	3380	*h* 3302	9·10	7^h 45^m·0	+15° 54′
3331	*h* 428	9	7 39·4	+21 8	3385	*h* 431	11	7 46·0	+30 4
3333	*h* 2414	11·12	7 40·0	+20 15	3384	*h* 430	10	7 46·0	+34 12
3339	*Schj.* 9	7	7 40·6	+13 58	3401	*h* 768	12	7 47·9	+28 10
3338	Σ 3299	10	7 40·7	+17 27	3407	Σ 1155	8	7 48·4	+26 26
3336	Σ 1135	5	7 41·4	+33 39	3411	*h* 3303	9·10	7 49·4	+35 47
3345	Σ′ 916	6·8	7 42·2	+29 1	3418	σ 281	—	7 50·0	+30 9
3352	Σ 1140	7·8	7 42·6	+18 35	3463	*h* 772	11	7 55·3	+35 43
—	β 1062	6·0	7 42·6	+23 23	3480	*h* 436	11	7 57·1	+35 16
3354	Σ 1142	8	7 42·8	+30 40	3489	*h* 438	9	7 57·9	+32 53
3350	*h* 429	11	7 42·9	+31 32	3499	Σ 1176	8	7 59·5	+27 49
3360	*h* 3300	10	7 43·1	+14 51	3507	Σ 1180	8	8 0·3	+49 33
3357	Σ 1144	8	7 43·4	+28 49	3528	Σ 1186	7	8 2·7	+27 46
3370	Σ 1147	8·9	7 44·3	+24 50	3524	Σ 1184	8	8 3·0	+28 10
3379	*h* 65	10	7 44·8	+13 4	3535	Σ 1188	8	8 3·2	+30 38
3377	*h* 2418	9	7 44·8	+20 16	3532	Σ 1187	7	8 3·2	+32 31
3372	*O*Σ² 89	6·7	7 44·8	+31 52	3557	Σ 1196	5	8 6·5	+17 55

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2129	5^h 55^m·0	+23° 18	*Cl, pL,* 40 bis 50 *st* 8…15	2333	7^h 1^m·6	+35° 17′	*vF, S, R, bM*
2158	6 1·3	+24 6	*Cl, pS, mC, vRi, irr* △, *st eS*	2339	7 2·5	+18 56	*pB, pL, R, glbM*
				2341	7 3·3	+20 45	*vF, vS*
2168	6 2·7	+24 21	*Cl, vL, eRi, pC, st* 9…16	2342	7 3·4	+20 46	*pF, S, lE, vlbM*
2174	6 3·4	+20 41	*eF, bet* 2 *v st*	2355	7 11·3	+13 57	*Cl, pS, pRi, mC, st* 15..16
2175	6 3·7	+20 30	* 8 *in neb*	2356	7 11·5	+14 9	*Cl, lC*
443′	6 10·4	+22 29	*F.* gekrümmt	2357	7 11·7	+23 32	*eF, L, mE, bM, F st inv*
444′	6 14·4	+23 18	*Neb,* * 9·5 *inv*	2365	7 16·4	+22 16	*vF, pS, R, psbM*
2218	6 18·8	+19 24	*F Cl*	2370	7 19·0	+24 0	*eF, vS, E*
2234	6 23·5	+16 45	*Cl, eL, pRi, lC, st L* und *S*	2371	7 19·3	+29 41	*B, S, R, bMN*
2248	6 28·4	+26 13	*S Cl*	2372	7 19·3	+29 41	*pB, S, R, bMN*
2266	6 37·0	+27 4	*Cl, pS, eC, Ri, st* 11…15	2373	7 20·1	+34 1	*eF, v S*
2274	6 40·7	+33 40	*F, S, bM*	2375	7 20·6	+34 2	*eF, v S*
2275	6 40·7	+33 42	*eF, vS*	2376	7 20·6	+23 16	*eF, v S*
2277	6 41·2	+33 33	*Cl, vS, lRi*	2378	7 20·9	+34 2	in *eF neb* 2 *vF st*
2278	6 41·7	+33 31	*vF, vS*	2379	7 20·9	+34 1	*vF, vS*
2279	6 41·9	+33 31	*vF, vS, stell N*	2385	7 22·0	+34 2	*vF, vS, R, bM*
2284	6 42·7	+33 19	*F, r*	2386	7 22·1	+33 58	*stell*
2285	6 43·0	+33 28	*eF, eS, r ?*	2387	7 22·4	+36 57	*pB, S, stell*
2288	6 44·2	+33 30	*eF, S, R*	2388	7 22·4	+34 1	*vF, S, R, bM*
2289	6 44·2	+33 32	*eF, vS*	2389	7 22·6	+34 4	*vF, S, R, psbM*
2290	6 44·3	+33 29	*F, S, gbM*	2390	7 22·6	+34 2	*vF*
2291	6 44·3	+33 34	*eF, vS*	2391	7 22·7	+34 1	*eF*
2294	6 44·5	+33 34	*eeF*	2392	7 23·2	+21 7	*B, S, R,* * 9 *M,* * 8 *nf* 100″
454′	6 45·6	+13 1	*eeF, S, e diffic*	2393	7 23·5	+34 14	*eF, pS, lE, dif, r ?*
2304	6 49·3	+18 8	*Cl, pL, Ri, mC, st vS*	2395	7 23·5	+13 58	*Cl, pRi, C*
2331	7 1·3	+27 21	*Cl, L, vlC, S Cl inv*	2398	7 24·2	+24 42	*vF, eS, bM, r ?*

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Catalоge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2406	$7^h 26^m·0$	+18° 30′	*eF, eS, vSN?*	479′	$7^h 48^m·3$	+27° 17′	*pF, vS, R*
2405	7 26·1	+26 6	*vF, S, iR*	480′	7 49·2	+27 2	*vF, pL, [illegible], dif*
2407	7 26·2	+18 33	*eF, eS, vSN?*	2490	7 53·2	+27 18	*vF, S, R,* * 13 *f*
2410	7 28·6	+33 2	*eF, vS, sc S vF st inv*	2492	7 53·4	+27 18	*vF, S, R, bM*
2411	7 28·8	+18 30	* 14 *nebs*	483′	7 53·8	+26 12	*F, S, bM, F* * *nf*
2415	7 30·3	+35 27	*pB, cS, R, vgvlbM, r, alm* ○	484′	7 53·9	+26 56	*F, vS, R, bM*
				485′	7 54·2	+26 58	*vF, vS, R, [illegible]*
2418	7 30·8	+18 6	*vF, eS, bM*	486′	7 54·2	+26 53	*F, S, dif, gbM*
2420	7 32·5	+21 48	*Cl, cL, Ri, C, st* 11..18	488′	7 54·7	+26 11	*vF, S, dif,* * 13 *sp*
2435	7 37·8	+31 54	*F, S, lbM*	489′	7 55·5	+26 20	*vF, vS, sbM*
474′	7 40·0	+26 43	*pB, vS, dif*	490′	7 57·2	+26 6	*eF, eS, S* * *f*
475′	7 40·8	+30 44	*vF, vS, dif*	491′	7 57·8	+26 48	*vF, eS, R*
476′	7 41·1	+27 12	*vF, vS, lbM, diffic*	492′	7 59·6	+26 27	*pB, [illegible],* * 13 *sf*
2449	7 41·2	+22 11	*eF, eS, R, bM, r*	496′	8 3·7	+26 10	*pF, S, [illegible], bM*
2450	7 41·4	+27 16	*eF, vS, S* * *inv*	2532	8 3·8	+34 15	*pB, pL, R, [illegible], r, 2 st nf*
478′	7 47·6	+26 45	*vF, vS, dif*				

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
η Geminorum	$6^h 8^m 51^s$	+22°32′·2	3·2	3·7–4·2	Min. 1865 Nov. 5 + 231d·4 *E*, period. Ungleichmässigkeit
ζ „	6 58 11	+20 43·0	3·7	4·5	1888 Jan. 3 + 10d·1 [illegible]
R „	7 1 20	+22 51·5	6·6—7·8	< 13·5	1868 Febr. 7 + 370d·2 *E* — 35 *sin* (6° *E* + [illegible])
V „	7 17 34	+13 17·0	8·2—9·1	12·0—14·0	1880 Febr. 8 + 27[illegible] *E*
S „	7 37 3	+23 41·1	8·2—8·7	< 13·5	1852 Febr. 27 + 294d *E*
T „	7 43 18	+23 59·0	8·1—8·7	< 13·5	1848 Dec. 7 + 28[illegible]·1 *E*
U „	7 49 10	+22 15·8	8·9—9·7	13·1	1895 Oct. 28 + [illegible] *E*, grosse Unregelmässigkeiten

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$6^h 3^m 30^s$	+22° 12′·5	6·5	*OR*	12	$6^h 34^m 33^s$	+13° 8′·5	[illegible]	[illegible]
2	6 4 41	+26 2·0	7·4	*RR*	13	6 35 41	+31 32·9	8·1	[illegible]
3	6 5 50	+21 53·8	7·3	*OR*	14	6 37 47	+25 13·7	3·2	[illegible]
4	6 6 16	+22 55·8	6·7	*O*	15	6 45 32	+15 11·8	7·3	[illegible]
5	6 7 16	+27 11·6	9·0	*RR*	16	6 46 23	+35 54·5	6·5	[illegible]
6	6 8 51	+22 32·2	*var*	*O*, η Gem.	17	6 54 32	+16 12·8	6·0	[illegible]
7	6 9 50	+18 20·0	6·8	*G*	18	6 56 13	+31 30·6	[illegible]	[illegible]
8	6 16 54	+22 34·0	3·0	*OR*	19	6 56 36	+17 53·8	[illegible]	[illegible]
9	6 17 51	+25 4·0	9·5	*RR*	20	6 56 47	+16 49·0	6·5	[illegible]
10	6 20 17	+19 15·5	9·5	*RR*	21	6 59 23	+31 33·9	6·7	[illegible]
11	6 24 44	+27 31·0	9·3	*R*	22	7 1 12	+24 19·5	7·1	[illegible]

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
23	7^h $1^m 20^s$	+22° 51'·6	var	*R*, *R* Gem.	40	$7^h 29^m 46^s$	+27° 7'·1	4·2	*G*
24	7 4 47	+30 25·4	4·7	*G*	41	7 33 44	+17 54·4	5·4	*GR*
25	7 6 38	+14 52·7	9·0	*R*²	42	7 36 16	+13 43·5	6·5	*RG*
26	7 7 38	+16 19·8	5·5	*G*	43	7 36 25	+14 26·6	6·0	*RG*
27	7 9 36	+22 8·5	7·2	*R*''	44	7 36 26	+20 43·0	9·5	*R*
28	7 13 51	+31 33·5	8·2	*R*	45	7 36 45	+20 45·5	9·5	*R*
29	7 14 31	+25 10·8	9·0	—	46	7 37 2	+23 41·2	var	*O*, *S* Gem.
30	7 16 3	+20 37·1	6·0	*O*	47	7 37 3	+29 7·5	5	*O*
31	7 16 46	+35 21·6	8·4	*RG*	48	7 39 14	+28 16·1	1·3	*G*
32	7 17 34	+13 17·3	var	*R*, *V* Gem.	49	7 40 21	+18 45·6	5·1	*RG*
33	7 18 5	+16 51·9	8·1	*OR*'	50	7 40 49	+33 15·4	7·5	*R*²
34	7 18 11	+13 9·9	8·4	*R*	51	7 41 4	+33 39·7	5·3	*OR*
35	7 19 31	+28 0·3	4·0	*G*	52	7 41 42	+33 6·4	7·3	*R*²
36	7 22 56	+35 22·2	7·2	*GR*	53	7 43 18	+23 59·0	var	*R*'', *T* Gem.
37	7 23 16	+21 8·6	8·0	?	54	7 46 21	+19 42·7	8·2	*G*
38	7 23 19	+23 0·5	8·3	*R*'	55	7 57 8	+36 38·0	7·0	*OR*
39	7 25 51	+24 43·5	8·2	*R*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	+10°	+20°	+30°	+40°	α	
5^h 30^m	$+33^s$	$+36^s$	$+39^s$	$+42^s$	5^h 30^m	+0'·4
6 0	+33	+36	+39	+42	6 0	0·0
6 30	+33	+36	+39	+42	6 30	—0·4
7 0	+33	+36	+38	+42	7 0	—0·8
7 30	+33	+35	+38	+41	7 30	—1·3
8 0	+33	+35	+38	+41	8 0	—1·6
8 30	+33	+35	+37	+40	8 30	—2·0

Grus. (Der Kranich.) Schon bei Bayer vorkommendes, von Bartsch in einem Planisphärium eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel.

Die Uranometria Argentina giebt folgende Grenzen:

Von 22^h 0^m, — 57° 0', Stundenkreis bis — 50° 0', Parallel bis 21^h 20^m, Stundenkreis bis — 37° 0', Parallel bis 23^h 20^m, Stundenkreis bis — 57° 0', Parallel bis 22^h 0^m.

Das blosse Auge erkennt nach der Uranometria: 2 Sterne 1ter bis 2ter Grösse, Sterne 3ter Grösse, 5 Sterne 4ter Grösse, 5 Sterne 5ter Grösse, 38 Sterne er Grösse, zusammen somit 52 Sterne.

Grus grenzt im Norden an Piscis austrinus, im Osten an Sculptor und Phoenix, im Süden an Tucan und Indus, im Westen an Microscopium.

A. Doppelsterne.

Numm. des Herschel Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
[illegible]7	*h* 5267	7	21^h 20^m·0	—46° 29'	9058	*h* 5272	8	21^h 22^m·9	—41° 51'
	β 767	5·0	21 20·7	—42 59	9068	*h* 5273	10	21 24·3	—48 48

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9130	*h* 5283	11	21ʰ 33ᵐ·1	−38° 55′	—	β 771	6·0	22ʰ 31ᵐ·1	−41° 7′
9165	*h* 5288	8	21 36·4	−38 23	9653	*h* 5349	7	22 33·0	−53 12
9217	*Brisb.* 7080	6	21 41·8	−47 45	9659	*h* 5351	10	22 33·3	−48 [illegible]
9266	*h* 5299	8	21 48·2	−40 25	9660	*h* 5352	9	22 33·4	−45 [illegible]
9281	*h* 5303	9	21 49·7	−43 3	9689	Δ 243	3	22 36·7	−47 [illegible]
—	β 768	6	21 49·8	−37 47	9726	*h* 5362	8	22 40·8	−47 2[illegible]
9287	*h* 5305	9	21 50·3	−41 30	9738	*h* 5448	9	22 42·5	−38 3[illegible]
9296	*h* 5308	9	21 50·9	−45 52	9767	*h* 5366	8	22 46·8	−43 1[illegible]
9359	*h* 5314	8	21 58·2	−43 12	9824	*h* 5372	9	22 53·4	−53 54
9371	*h* 5315	9	21 59·8	−38 11	9860	*h* 5379	9	22 57·6	−[illegible] [illegible]
9427	*h* 5319	8	22 6·1	−38 49	9869	*h* 5382	9	22 59·2	−51 52
9432	*h* 5320	9	22 7·0	−55 58	9884	*Jacob* 238	5	23 1·2	−44 [illegible]
9499	*h* 5326	9	22 14·0	−37 11	—	β 773	6	23 1·3	−[illegible] 27
9524	*h* 5330	11	22 18·2	−40 46	9885	Δ 246	7	23 1·5	−51 13
9538	*h* 5335	10	22 19·6	−45 48	9940	*h* 5387	8	23 8·0	−41 31
9557	*h* 5337	10	22 21·2	−45 24	9964	*h* 5390	6	23 11·1	−45 [illegible]
9561	*h* 5338	7	22 22·3	−52 18	9977	*h* 5392	8	23 12·7	−48 51
9572	Δ 239	5	22 23·8	−44 16	9991	Δ 248	8	23 15·2	−50 51
9595	*h* 5341	10	22 24·2	−47 14	9994	*h* 5395	8	23 15·5	−38 14
9624	*h* 5343	10	22 29·6	−42 18	10007	*h* 5396	10	23 17·1	−47 34
9627	*h* 5344	8	22 29·7	−39 15	10014	Δ 249	6·7	23 18·2	−54 2[illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7061	21ʰ 20ᵐ·7	−49° 30′	*eeF, vS, R*	7232	22ʰ 9ᵐ·4	−46° 21′	*pB, S, pmE, [illegible]*
7070	21 24·0	−43 31	*F, cL, lE, gvlbM*	7233	22 9·6	−46 21	*F, vS, R,* * [illegible]
7072	21 24·2	−43 36	*F, S, R, vglbM*	7249	22 14·1	−55 37	*eeF, R,* zweifelh[illegible]
7075	21 25·3	−39 4	*cF, cS, R, pgbM*	7297	22 25·3	−38 21	*eF, S, R*
7079	21 26·1	−44 31	*B, R, cS, psbM*	7299	22 25·7	−38 20	*eF, S, R*
7087	21 28·3	−41 16	*cF, S, R, gbM*	7307	22 27·9	−41 28	*F, pL, pmE*
7091	21 29·3	−37 14	*cF, pL, vgbM,* * 6 *f* 40ˢ	7322	22 32·1	−37 43	*vF, S, vlE, [illegible]*
7095	21 32·6	−43 0	*F, pL, R, vglbM,* * 13 *inv*	7334	22 33·1	−37 44	*eeF* (= 7[illegible])
7097	21 34·0	−43 0	*B, S, vlE, mbM*	7355	22 37·7	−38 24	*eeF, S, R,* [illegible]
7107	21 36·0	−45 15	*vF, cL, R, vglbM*	7368	22 39·8	−39 52	*F, [illegible]*
7117	21 39·2	−48 53	*F, S, R, glbM*	7382	22 44·7	−37 22	*eF, vS, R,* * 12 [illegible]
7118	21 39·6	−48 49	*F, S, R, glbM*	7400	22 48·0	−45 53	*pF, lE, [illegible]*
7119	21 39·8	−46 59	*F, S, R, gbM*	7404	22 48·7	−29 51	*vF, S, R*
7144	21 46·2	−48 43	*vB, pS, R, mbMN*	7410	22 49·3	−40 12	*cB, L, vmE* 45°, [illegible]
7145	21 46·8	−48 21	*B, S, R,* in △ *st* 13	7412	22 50·1	−43 11	*cF, vL,* * 7 [illegible]
7155	21 49·6	−50 0	*pB, S, lE, mbM*	7418	22 51·0	−37 34	*cB, vL, [illegible]*
7162	21 53·5	−43 47	*cF, cL, cE, glbM*	7421	22 51·3	−37 53	*cB, L, [illegible]*
7166	21 54·4	−43 52	*cB, S, vlE, smbMN*	7424	22 51·6	−41 36	*F, cL, [illegible]*
7169	21 55·7	−48 10	*cF, S, R,* * 8 *np*	7456	22 56·5	−40 7	*vF, L, mE* 54°, [illegible]
7196	21 59·5	−50 37	*cB, S, R, am st*	7462	22 57·2	−41 22	*cF, pS, mE* [illegible]
7200	22 0·7	−50 29	*pF, S, R, smbM*	7470	22 58·6	−50 39	*eF, pL, R, [illegible]* * [illegible]
7213	22 3·0	−47 39	*vB, pS, R, gbM*	7476	22 59·6	−43 39	*F, S, R,* △ [illegible]

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ	Beschreibung des Objects
7496	23h 4m·2	−43° 58′	*pB, cL, lE, vgbM* * 13	7582	23h 12m·9	−42° 40′	*pB, L, pmE, gbM*
7531	23 9·3	−44 9	*pB, S, lE, pgbM*	7590	23 13·4	−42 47	*pB, pL, pmE, gbM*
7545	23 10·0	−39 5	*F, S, vlE, vgvlbM*, * 10 *att*	7599	23 13·8	−42 48	*F, pL, pmE, gbM*
7552	23 10·7	−43 8	*B, S, mE* 90° ±, *vsbM* * 13	7632	23 16·6	−43 2	*F, S, R, lbM*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ	Grösse Maximum	Minimum	Periode, Bemerkungen
R Gruis . .	21h 42m 6s	−47° 22′	8·4	< 12·5	1892 Oct. 4 + 350d *E*?
T „ . .	22 19 51	−38 4·5	8·6	11·0	
S „ . .	22 19 55	−48 56·8	7·2	12·3	1889 Oct. 14 + 400d *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ	Grösse	Farbe
1	21h 38m 49s	−38° 54′·2	7·3	*F*	5	22h 39m 3s	−41° 17·5′	7·0	*R*
2	22 16 37	−46 27·1	6·7	*RR*	6	22 45 22	−39 41·1	5·8	*R*
3	22 22 49	−39 38·3	5·7	*R*	7	22 58 22	−42 1·2	6·0	*R*
4	22 36 50	−47 24·4	2·2	*R*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.
Δα in Secunden Δδ in Minuten.

α \ δ	−35°	−45°	−55°	−60°	α	
21h 0m	+38s	+40s	+44s	+47s	21h 0m	+2′·3
21 30	+37	+39	+43	+45	21 30	+2·6
22 0	+36	+38	+41	+43	22 0	+2·9
22 30	+35	+36	+38	+40	22 30	+3·1
23 0	+33	+34	+36	+37	23 0	+3·2
23 30	+32	+33	+33	+34	23 30	+3·3

Hercules. (Hercules.) Ptolemäi'sches Sternbild am nördlichen Himmel, von Ptolemäus als »der knieende« bezeichnet. Die Grenzen sind in folgender Weise angenommen:

Von 15h 4m, + 50° 0′, Parallel bis 18h 10m, Stundenkreis bis + 30° 0′, Parallel bis 18h 20m, Stundenkreis bis +26° 0′, Parallel bis 18h 52m, Stundenkreis bis +16° 0′, Parallel bis 17h 20m, Stundenkreis bis +12° 0′, Parallel bis 16h 44m, Stundenkreis bis + 4° 0′, Parallel bis 15h 52m, Stundenkreis bis + 20° 0′, Parallel bis 15h 56m, Stundenkreis bis +24° 0′, Parallel bis 16h 20m, Stundenkreis bis +40° 0′, Parallel bis 15h 36m, Stundenkreis bis +41° 15′, Parallel bis 15h 20m, schräge Linie nach dem Anfangspunkt.

Nach Heis sind dem blossen Auge sichtbar vorhanden: 1 Stern 2ter Grösse, 9 Sterne 3ter Grösse, 12 Sterne 4ter Grösse, 28 Sterne 5ter Grösse, 172 Sterne 6ter Grösse, dazu 3 Variable und 2 Nebel, zusammen 227 Objecte.

Hercules grenzt im Norden an Draco, im Osten an Lyra, Vulpecula, Sagitta und Aquila, im Süden an Ophiuchus, im Westen an Serpens, Corona borealis und Bootes.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6388	OΣ 296	7	15h 22m·9	+44° 22'	6689	Σ 2039	8	16h 18m·1	+24° [illegible]
6392	h 2781	10	15 23·2	+49 34	6690	Σ 2040	8	16 18·5	+14 5
6409	h 2784	9	15 25·3	+49 59	6694	Hh 510	—	16 18·7	+33 36
6440	Σ 1961	8·9	15 31·0	+43 53	6695	Σ' 1813	6·7	16 19·1	+32 34
6441	h 2788	8·9	15 31·2	+45 16	6703	Σ 2047	7·8	16 20·3	+47 52
6495	OΣ 301	7	15 42·8	+42 47	6702	Σ 2044	8	16 20·6	+37 16
6522	Σ 1982	8·9	15 46·4	+43 5	6698	Σ 2042	8	16 20·7	+ 5 [illegible]
—	β 621	7·5	15 46·6	+45 3	—	β 625	5·0	16 20·8	+14 16
6509	h 573	10	15 47·2	+40 55	6700	Σ 2043	8	16 21·0	+17 32
—	β 810	8·5	15 47·6	+42 46	6709	OΣ 310	7	16 21·8	+38 10
6533	h 575	12	15 48·6	+40 41	6716	OΣ 311	7	16 23·0	+21 7
6544	Σ 1988	8	15 52·1	+12 46	6718	Σ 2049	6·7	16 23·8	+26 12
6548	h 2798	11	15 52·5	+17 44	—	β 813	8·4	16 23·8	+26 45
6564	Σ 1991	7	15 54·0	+41 57	—	β 814	8·4	16 23·8	+40 6
6566	Σ 1993	8	15 55·2	+17 40	—	β 815	8·1	16 23·9	+43 8
6569	Σ 1994	8	15 55·3	+17 36	6722	Σ 2052	7·8	16 24·5	+18 37
6567	Σ 1992	9	15 55·6	+11 57	6725	Σ 2053	8·9	16 24·5	+31 21
6575	OΣ 303	7·8	15 56·2	+13 34	6721	Σ 2051	7	16 24·7	+10 48
6587	Σ 2001	8·9	15 57·8	+42 7	6728	h 261	10	16 25·0	+37 57
6585	Σ 2000	8·9	15 58·4	+14 16	6730	S.C.C.578	—	16 25·9	+21 42
6589	Σ 2003	7	15 58·9	+11 43	6732	Σ 2056	8	16 26·7	+ 5 38
—	β 811	8·1	16 1·3	+22 10	6733	Σ' 1831	7·3	16 26·7	+ 8 [illegible]
6599	Σ 2007	6·7	16 1·4	+13 35	6734	Σ' 1832	8·4	16 26·9	+19 30
6606	Hh 495	—	16 1·9	+42 16	6737	Hh 516	—	16 27·2	+17 17
—	β 812	8·2	16 2·6	+17 10	6739	Σ 2057	8·9	16 27·3	+19 [illegible]
6610	Σ 2010	5·6	16 3·6	+17 18	6741	Σ 2058	8·9	16 27·4	+19 31
6614	h 1286	10	16 4·3	+ 7 36	6742	Σ 2059	8	16 27·4	+38 17
—	β 355	7·0	16 4·8	+45 39	—	β 816	6·3	16 27·7	+35 45
6623	Σ 2014	8	16 5·2	+40 19	—	β 817	8·2	16 28·3	[illegible]
6625	Σ 2015	7·8	16 5·8	+45 37	6750	Σ 2063	5	16 28·8	+45 49
6626	Σ 2016	8·9	16 7·4	+12 10	6753	OΣ 313	7·8	16 29·2	+40 10
6627	Σ 2017	8	16 7·5	+14 49	6749	Σ 2061	7	16 29·3	+51 7
6638	OΣ 307	7	16 7·6	+48 4	6755	Σ 2065	8	16 29·3	+40 11
6643	Σ 2025	7	16 8·2	+47 49	—	β 818	6·3	16 29·6	+30 42
6642	Σ 2024	6	16 8·5	+42 38	6745	Σ 2062	9	16 29·7	+ 8 51
6634	Σ 2021	6·7	16 8·6	+13 48	6759	Σ 2067	8·9	16 29·8	+38 [illegible]
6649	Σ 2030	7	16 9·3	+41 2	6748	Σ' 1836	8·5	16 29·9	+ 8 38
6641	Σ 2023	8	16 9·6	+ 5 47	6757	h 586	11	16 29·9	+35 14
6645	Σ 2026	8·9	16 9·9	+ 7 37	6752	Σ 2064	8	16 30·0	+14 [illegible]
6647	Σ 2027	8	16 10·3	+ 4 31	6765	Σ' 1842	4	16 30·9	+42 39
6667	h 1291	9	16 13·0	+41 57	6767	Σ 2068	8	16 31·0	+47 [illegible]
6673	Σ 2037	8·9	16 14·3	+17 38	—	β 952	8·0	16 31·8	+37 4
6681	OΣ 309	7·8	16 15·9	+41 53	6772	Σ 2069	6	16 32·4	+34 2
—	β 1198	4·0	16 16·7	+46 33	6775	Σ 2072	8·9	16 32·7	+47 52
6685	Σ' 1810	3·0	16 17·5	+19 23	6774	Σ 2070	8	16 33·3	+15 45

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6776	Σ 2071	8·9	16ʰ 34ᵐ·2	+13° 52′
6778	Σ 2073	8	16 34·3	+16 21
6780	OΣ 314	7·8	16 34·5	+20 39
6789	σ 526	—	16 34·9	+33 14
6792	Σ 2080	8	16 35·1	+38 31
6790	Σ 2079	7·8	16 35·4	+23 12
6785	Σ 2074	6·7	16 35·6	+ 4 24
6786	Σ′ 1847	6·0	16 35·7	+ 4 24
6794	Σ 2082	4	16 36·0	+49 7
—	β 42	9	16 36·1	+29 12
6793	h 587	9	16 36·4	+37 42
6799	Σ 2084	3	16 37·6	+31 47
—	β 1199	10·8	16 37·7	+36 39
6802	Mäd Dorp. XI (12)	—	16 38·1	+23 46
6800	Σ 2083	9	16 38·1	+13 49
6801	Σ 2085	7	16 38·2	+21 47
6805	Σ 2087	8	16 38·4	+23 52
6803	Σ′ 1857	7·5	16 38·8	+ 6 49
6812	Σ 2091	7·8	16 38·9	+41 23
6809	OΣ² 149	7	16 39·1	+30 54
6811	Σ 2089	8	16 39·2	+25 20
6817	Σ 2093	4	16 39·5	+39 7
6816	Σ 2094	8	16 40·0	+23 42
6814	Σ 2090	7	16 40·1	+20 8
6819	Σ′ 1867	5·0	16 41·0	+ 8 46
6821	Σ 2095	6·7	16 41·1	+28 32
6823	Σ 2097	8	16 41·2	+35 55
6826	Σ 2098	8	16 41·8	+30 11
29	Σ 2101	6	16 42·2	+35 49
34	Σ 2103	5	16 44·0	+13 26
6830	Σ 2102	8	16 44·3	+21 34
37	Σ 2104	6·7	16 45·1	+36 5
—	β 627	5	16 46·3	+46 10
47	Σ 2107	6·7	16 47·9	+28 49
—	β 821	8·4	16 48·0	+32 1
—	β 964	7·5	16 48·2	+48 26
[illegible]	OΣ 317	7	16 49·9	+44 34
54	Σ 2109	7	16 50·6	+21 20
61	Σ 2110	6	16 50·9	+25 54
—	β 954	5·0	16 51·9	+18 36
63	OΣ 318	7	16 52·1	+14 16
[illegible]	OΣ 319	7	16 53·6	+15 18
76	h 2802	9	16 53·7	+39 16
73	OΣ 320	7·8	16 54·0	+25 30
[illegible]	h 588	9	16 54·2	+36 34
81	Σ 2112	8·9	16 54·4	+31 56
79	OΣ 321	7·8	16 54·9	+14 27
5	σ 536	—	16 55·0	+47 28
[illegible]	OΣ 322	7	16 56·3	+37 5
6887	Σ′ 1887	3·5	16ʰ 56ᵐ·4	+31° 4′
6889	Σ 2115	5·6	16 57·0	+15 5
6894	h 2803	10	16 57·3	+40 34
6896	h 262	—	16 57·7	+38 3
6897	h 263	9	16 57·9	+38 2
—	β 822	6·9	16 59·5	+19 49
6909	Σ 2121	8	17 0·1	+42 2
6906	Σ′ 1895	6·1	17 0·7	+12 53
6910	Σ 2120	6·7	17 0·8	+28 14
6917	h 2804	9·10	17 1·2	+39 8
—	β 357	7·5	17 1·8	+10 41
6924	OΣ 323	7	17 2·2	+47 6
6925	Σ′ 1903	7·5	17 3·1	+31 9
6927	Σ 2107	7·8	17 3·3	+31 13
6934	h 264	9	17 4·2	+36 5
6933	OΣ 324	6	17 4·3	+31 21
6937	Σ 2131	7·8	17 5·8	+30 28
6941	Σ 2133	—	17 6·1	+49 53
6945	Σ 2135	7	17 7·8	+21 20
6952	Σ 2136	8	17 8·2	+39 23
6961	Σ 2142	5	17 9·1	+49 52
6954	Σ 2137	8	17 9·4	+16 4
6956	Σ 2139	8·9	17 9·8	+19 26
6958	Σ 2140	3	17 10·1	+14 30
—	β 44	8·5	17 10·4	+28 56
6968	Σ 3127	3·3	17 10·9	+24 58
—	β 1200	7·8	17 12·0	+14 48
6973	Σ 2145	7·8	17 12·6	+26 41
6981	OΣ 328	5	17 12·6	+33 12
6980	Σ 2147	7	17 13·7	+29 1
6983	S 686	—	17 13·9	+28 52
—	β 45	9	17 14·2	+32 35
6985	OΣ² 152	7	17 14·4	+21 53
—	β 628	9·0	17 14·7	+32 46
—	β 629	8·2	17 14·9	+32 10
6993	Σ 2152	8·9	17 14·9	+45 41
6988	h 2805	10	17 15·2	+23 27
6995	Σ 2153	8·9	17 15·4	+49 24
6997	Σ 2157	8·9	17 16·0	+44 14
—	β 630	8·5	17 16·6	+32 24
6998	σ 543	—	17 16·8	+24 35
7000	h 1298	10	17 16·9	+24 21
7002	σ 544	—	17 16·9	+32 36
7006	Σ 2157	8·9	17 18·4	+16 33
—	β 46	8	17 19·0	+13 29
7012	Hh 536	—	17 19·2	+32 28
7014	Σ 2160	5·6	17 20·0	+15 42
7016	Σ 2161	4	17 20·2	+37 14
7019	Σ 2163	8	17 20·2	+42 15
7015	Σ 2159	7·8	17 20·3	+13 25

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7017	Σ 2162	8·9	17h 20m·4	+36° 33′	7172	h 1305	10	17h 46m·2	+25° 7′
7020	S 688	—	17 20·8	+37 3	7169	Σ 2232	7·8	17 46·2	+25 12
—	β 1250	9·4	17 21·0	+30 51	7182	Σ 2237	7·8	17 46·8	+41 59
7025	Σ 2164	8	17 21·0	+47 22	7180	Σ 2238	9	17 47·0	+37 43
7024	OΣ² 153	7	17 21·4	+39 20	7178	Σ 2236	7·8	17 47·2	+35 27
7031	Σ 2167	8	17 21·7	+49 16	7186	Σ′ 2010	8·0	17 47·3	+37 43
7026	h 1299	7	17 22·0	+26 58	7185	Σ 2239	8·9	17 47·8	+28 15
7028	Σ 2165	7	17 22·3	+29 32	7192	Σ 2242	7·8	17 48·2	+44 56
7035	Σ 2168	7·8	17 23·1	+35 51	7190	h 1307	8	17 48·6	+27 14
7048	Σ 2177	8·9	17 25·1	+46 27	7195	A. C. 8	8·7	17 49·3	+29 42
7044	Σ 2174	8·9	17 25·6	+32 50	7193	h 2813	9	17 49·7	+23 9
7047	Σ 2175	7·8	17 25·7	+32 47	7197	Σ 2243	8	17 49·8	+36 7
7051	Σ 2178	7	17 25·9	+35 1	—	β 130	6	17 50·0	+40 3
7056	Σ 2181	7	17 27·7	+30 20	7203	A. C. 9	10	17 50·7	+29 50
7058	Σ 2182	8	17 28·8	+23 56	7208	OΣ 339	7·8	17 51·9	+21 30
7074	Σ 2189	7	17 30·2	+47 57	7209	Σ 2245	7	17 52·0	+18 20
7071	h 1300	10	17 30·3	+25 23	7218	Σ 2251	8·9	17 52·0	+49 39
7075	h 2807	7	17 31·7	+20 38	7212	Σ 2246	8	17 52·1	+39 51
7076	Σ 2190	6	17 31·7	+21 4	7215	Σ′ 2017	9·0	17 52·8	+29 30
7083	h 1301	11	17 33·5	+29 19	7219	Σ′ 2020	4	17 52·8	+37 16
7088	Σ 2192	7·8	17 36·2	+29 17	—	β 417	8·0	17 52·9	+39 27
7100	Σ′ 1970	3·5	17 36·6	+46 3	7225	Σ 2247	8	17 53·7	+29 29
7089	h 1302	11	17 36·7	+24 53	7230	Σ 2255	8	17 53·7	+41 16
7094	Σ 2195	9	17 37·0	+21 12	7227	Σ 2257	7	17 53·8	+35 41
7095	Σ 2194	6·7	17 37·0	+24 33	7229	Σ 2256	9	17 53·9	+35 43
7097	OΣ² 157	6	17 37·0	+31 20	7239	Σ 2260	8	17 54·4	+47 14
7096	Σ 2196	8·9	17 37·2	+21 12	7228	σ 556	—	17 54·5	+19 30
7099	Σ 2197	9	17 37·5	+21 29	7232	h 2816	11	17 54·6	+21 55
7101	Σ′ 1971	8·1	17 37·7	+21 10	7238	Σ 2259	7	17 55·2	+30 3
7103	Σ′ 1973	9·0	17 37·7	+26 29	7237	Σ 2258	8·9	17 55·3	+48 58
—	β 1251	6·0	17 37·8	+16 1	7241	h 1309	10	17 55·7	+25 32
7102	Σ′ 1972	8·0	17 37·8	+21 30	7242	h 1310	10	17 55·9	+23 35
7108	Σ 2203	8	17 38·1	+41 43	7246	Σ 2263	8·9	17 56·9	+26 33
7106	Σ 2198	7	17 38·7	+26 36	7249	Σ 2264	5	17 57·3	+21 35
7123	Σ 2210	8·9	17 39·6	+49 3	7263	Σ 3129	—	17 58·2	+45 21
7122	Σ 2209	7·8	17 39·8	+43 13	7262	Σ 2267	8	17 58·4	+40 11
7119	OΣ 334	7·8	17 40·0	+34 48	7266	Σ 2270	8·9	17 58·5	+45 17
7117	Σ 2206	8·9	17 40·2	+19 2	7264	β 825	8·4	17 59·1	+25 22
7129	Σ 2214	8	17 40·4	+43 47	—	β 1127	7·8	17 59·6	+44 13
7131	Σ 2213	8	17 41·1	+31 10	7281	Σ 2275	8·9	18 0·0	+38 21
7128	Σ 2205	8	17 41·3	+17 45	7288	Σ 2277	6·7	18 0·5	+48 28
7130	Σ 2215	8	17 41·5	+17 45	7279	OΣ 334	7·8	18 0·6	+21 25
7134	h 2809	10	17 41·6	+21 56	7282	Σ 2274	8	18 0·6	+23 53
7143	Σ′ 1993	8·2	17 42·1	+39 24	7286	OΣ 341	7	18 1·5	+21 26
7142	Σ 2220	4	17 42·6	+27 48	7301	OΣ 343	7·8	18 2·3	+4[illegible] [illegible]
7146	Σ 2224	8	17 42·7	+39 21	7295	h 1313	10	18 2·5	+26 42
7151	Σ 2226	8	17 43·3	+35 41	7303	A. C. 15	5·5	18 3·2	+30 13
7152	h 1304	10	17 43·7	+25 38	7308	Σ 2282	7	18 3·3	+40 21
—	β 358	8·5	17 43·9	+34 32	7305	h 1314	9·10	18 3·4	+32 22
7157	β 632	6·3	17 44·3	+34 18	7307	Σ 2280	6	18 3·8	+26 5

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7322	Σ 2289	6·7	18h 5m·7	+16° 37′
7325	h 1315	10·11	18 6·1	+29 39
7328	Σ 2291	8·9	18 6·6	+34 0
7330	Σ′ 2064	8·7	18 6·8	+33 57
7335	Σ 2292	8	18 8·2	+27 37
7339	h 2825	10·11	18 8·7	+22 31
7341	Σ 2295	8	18 8·8	+31 33
7343	Hh 562	—	18 9·2	+28 14
—	β 1091	8·6	18 9·2	+38 34
7354	Σ 2298	8·9	18 9·5	+41 22
7352	h 2828	10	18 10·1	+21 26
7357	OΣ 346	7·8	18 11·1	+19 45
7361	Σ 2301	8	18 11·6	+23 58
7373	Σ 2304	8	18 12·7	+40 13
7367	h 1317	10	18 13·1	+27 21
7368	h 2831	10	18 13·4	+23 53
7379	h 1318	11	18 15·2	+28 5
7385	Σ 2309	8·9	18 16·0	+25 29
7387	Σ 2310	7·8	18 16·4	+22 45
—	β 640	7·5	18 16·8	+27 28
7389	Σ 2312	8·9	18 17·2	+28 17
—	β 641	7·5	18 17·6	+21 27
7395	h 1322	9	18 18·7	+27 44

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7397	Σ 2314	8·9	18h 19m·2	+23° 24′
7406	Σ 2315	7	18 21·0	+27 20
7412	Σ 2318	8	18 21·4	+25 57
7419	Σ 2319	7·8	18 23·4	+19 14
7422	Σ 2320	7	18 23·6	+24 38
7465	Σ 2339	7·8	18 29·4	+17 40
7477	Σ 2345	8·9	18 31·2	+21 0
7479	OΣ 358	7	18 31·4	+16 55
7480	OΣ 359	7	18 31·4	+23 32
7487	h 2834	9	18 32·4	+22 1
7506	h 1332	8	18 34·6	+24 34
7513	Mäd Dorp. XI (14)	—	18 34·9	+24 33
7510	Σ 2360	7·8	18 35·0	+20 50
7519	Σ 2364	8	18 36·0	+24 36
—	β 645	7	18 38·9	+19 22
7562	h 2839	5·6	18 41·4	+20 27
7570	Σ 2385	8	18 42·1	+16 52
7595	h 2841	9	18 43·5	+23 28
7608	Σ 2401	7	18 44·7	+21 3
7640	OΣ 364	7	18 49·2	+25 14
7644	Σ 2415	7·8	18 50·2	+20 29
—	β 646	6	18 50·6	+22 31

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
[illegible]	15h 16m·0	+46° 14′	cF, L, pmE, glb M, ⁚ s
[illegible]	15 23·8	+49 2	vF, pS, R
[illegible]	15 24·0	+49 1	eeF, vS, R
[illegible]	15 24·7	+43 17	F, S, irr, lEns, 2 S st inv
[illegible]	15 24·8	+43 18	* 13·14 scheint nebelartig
[illegible]	15 26·2	+43 7	vF, pS, dif
[illegible]	15 26·3	+43 16	pF, pL, gmbM, S* att np
[illegible]	15 27·1	+43 3	vF, S, dif
[illegible]	15 40·9	+41 26	vF, vS, R, bM
[illegible]	15 40·9	+41 27	eF, vS, R, bM
[illegible]	15 48·4	+43 45	eeF, vS, R, * sf
[illegible]	15 49·4	+40 56	eF, vS, iR, lbM
[illegible]	15 52·3	+ 6 17	l, vF, vS, R, smbM
[illegible]	15 52·9	+16 10	vF, S, lE
[illegible]	15 53·0	+16 15	eF, vS, lE
[illegible]	15 53·2	+16 34	eF, eS
[illegible]	15 53·3	+12 22	eeF, pS, R, am 4 st, v diffic
[illegible]	15 53·3	+16 36	F, S, R, bM
[illegible]	15 53·6	+48 23	vF, S, R

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1150′	15h 53m·7	+16° 9′	2 S st in F neby
1153′	15 53·8	+48 28	pF, pS, R, bM, * nf
1151′	15 54·0	+17 44	vF, pL, dif
1155′	15 56·0	+15 59	vF, S, diffic
1156′	15 56·2	+20 0	eeF, pS, lE, 2 st nr
1157′	15 56·3	+15 48	vF, vS
1159′	15 56·4	+15 42	vF, eS, R
1160′	15 56·5	+15 46	vF, vS, R
1161′	15 56·7	+15 56	F, vS, R, vSN
1162′	15 56·7	+17 58	vF, vS, R, diffic (viell. noch ein anderer)
1163′	15 56·9	+15 47	F, R, vSN
6028	15 57·1	+19 39	vF, pS, ohne Kern
6029	15 57·3	+12 52	vF, vS
6030	15 57·4	+18 14	pF, vS, R, bM
1165′	15 57·6	+15 59	vF, S, diffic
6032	15 58·6	+21 14	vF, pL, lE, vlbM
6034	15 59·0	+17 30	eeF, vS, R, v diffic
6035	15 59·0	+21 10	vF, pL, lE
1167′	15 59·2	+15 14	F, vS, R
1168′	15 59·3	+15 11	pF, vS, iF, Dl, 3 F st n

Nummer der Dreyer-Catalоge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6036	15h 59m·5	+ 4° 8'	vF, vS, R, stell
6037	15 59·5	+ 4 4	vF, S
1169'	15 59·6	+14 2	eF, vS, stell
6039	15 59·9	+17 58	eeF, vS, R
6040	15 59·9	+18 1	vF, eS, F * nahe
1170'	16 0·0	+18 0	vF, vS, vSFN
6041	16 0·1	+17 59	F, S
6042	16 0·2	+17 58	vF, vS
6043	16 0·3	+18 4	eeF, pS, lE
6044	16 0·3	+18 10	eeF, vS, R, vF * p nahe
1171'	16 0·3	+18 14	Neb * ?
6045	16 0·4	+18 3	eeF, vS, R, v diffic
1172'	16 0·5	+18 8	vF, S, stell N
6046	16 0·5	+19 37	eF, pL
6047	16 0·5	+18 0	eF, R, pS, F * n nahe
6050	16 0·7	+18 2	eeF, S, R, v diffic
1173'	16 0·7	+17 41	pF, S, iF, gbM, r
6049	16 0·8	+ 8 22	* 7 in einer Photosph.
1174'	16 0·8	+15 18	pF, S, bMN = 12 m
1175'	16 0·8	+18 24	Neb Obj.
6052	16 0·8	+20 49	F, pL, iR (= 6064 ?)
1176'	16 0·9	+18 14	eeF, pS, iR, 2 st nr s
1177'	16 0·9	+18 35	vF, * 9·5 s 4'
6053	16 0·9	+18 24	eeF, S, R, v diffic
1178'	16 0·9	+17 52	eeF, pS, bet 2 st
1179'	16 0·9	+18 1	eeF, pS, R (= 6054 ?)
6054	16 0·9	+18 3	eeF, pS, lE, F * sp
1180'	16 0·9	+18 23	F * mit neb ?
6055	16 1·0	+18 24	eeF, pS, R, v diffic
6058	16 1·0	+40 57	pF, vS, R, stell
1181'	16 1·1	+17 52	eeF, S, R
6056	16 1·1	+18 12	eeF, v diffic
1182'	16 1·1	+18 5	vF, S, dif, lbM
1183'	16 1·1	+18 2	vF, vS, stell, * 11 sp 1'
6057	16 1·2	+18 24	eeF, eS, R
1184'	16 1·2	+18 4	* 13 mit neb ?
1185'	16 1·2	+17 59	* 13 mit S neb
1186'	16 1·2	+17 38	F, S, dif
6060	16 1·5	+21 45	eF, E, sbM
1188'	16 1·6	+17 43	vF, S, dif
1189'	16 1·7	+18 28	eeF, pS, iR, bet 2 st
6061	16 1·7	+18 39	eeF, S, R, 4 B st s
1190'	16 1·9	+18 31	eeF, S, R
1191'	16 1·9	+18 33	eeF, S, lE
6062	16 2·0	+20 3	eF, R, vlbM, r
1192'	16 2·1	+18 3	vF, S, iF, dif
1193'	16 2·1	+18 0	F, S, r
1194'	16 2·2	+18 3	eF, vS, dif
1195'	16 2·2	+17 27	vF, S, dif
6063	16 2·4	+ 8 15	F, pL, vlbM

Nummer der Dreyer-Catalоge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6064	16h 2m·6	+20° 49'	vF, vS, r, pB * sf (6052 ?)
6065	16 2·9	+14 10	eeF, vS, R
6066	16 3·0	+14 13	eeF, vS, R, 2 pB st nr
1196'	16 3·2	+11 2	eeF, 3 st p nahe
1197'	16 3·5	+ 7 49	L, mE, * att nf
1198'	16 3·9	+12 37	F, vS, R, N = 13 m
6073	16 5·7	+16 58	vF, S, r
1199'	16 5·8	+10 18	eeF, S, E, * 9·5 f 9s
6074	16 6·7	+14 31	eF, vS, R, bM
6078	16 7·5	+14 28	eF, vS, R, bM
1202'	16 8·1	+10 8	eF, pS, R
6081	16 8·2	+10 7	vF, S, R, bM
6083	16 8·6	+14 26	eF, S, v diffic
6084	16 8·7	+18 1	eeF, pS, R, v diffic
1205'	16 9·6	+ 9 47	F, S, lE, * p
1206'	16 10·5	+11 33	eF, S, R
6098	16 11·0	+19 43	eF, vS, R, * 8 f 41s
6099	16 11·1	+19 43	eF, vS, R
6106	16 13·9	+ 7 39	F, pL, lE, vgbM, r
1209'	16 14·1	+15 48	pF, vS, R, bM, r
6113	16 14·7	+14 23	vF, S, R
6129	16 18·2	+38 13	eF, vS, R, sbM
6131	16 18·4	+39 10	vF, pL, iR, dif
6132	16 19·0	+12 1	eF, vS, vlbM
6137	16 19·5	+38 10	F, S, iR, bM
6138	16 19·5	+41 10	vF, vS, R, bM
6141	16 19·7	+41 2	vF, pS, ohne Kern
6142	16 19·8	+37 27	eF, S, bM
1219'	16 20·0	+19 42	F, S, Egf, bM
6145	16 21·7	+41 10	F, R, bM
6146	16 21·8	+41 8	eF, vS, R, bM
6147	16 22·0	+41 7	eF
6148	16 22·3	+24 23	vF, S, mit Sternen
6150	16 22·5	+40 41	vF, vS, R
6149	16 22·9	+19 49	vF, pS, R, pB * nr
6155	16 23·7	+48 37	F, pS, iF, gbM
6158	16 24·2	+39 37	F, S, iF
6159	16 24·2	+42 54	vF, S, iR, sbM
6160	16 24·3	+41 9	eF, pL, R, gbM, *
1220'	16 24·4	− 8 40	eeF, pS, E
6161	16 24·5	+33 2	vF, S, bM
6162	16 24·6	+33 4	F, S, bM
6163	16 24·7	+33 4	vF, S, bM
6166	16 25·2	+39 46	pF, S, vlE, vgmbM
6168	16 25·7	+20 23	eeF, mE, F * am einen aufgeh. Ende v dif.
6173	16 26·4	+41 2	eF, vS, R, bM
6174	16 26·6	+41 2	vF
6175	16 26·7	+40 51	vF, vS, R
6177	16 27·0	+35 17	vF, pL, iE, vv, * nr

Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Sterns
6180	16h 27m·2	+40° 45'	eF, vS, R, mbM
6179	16 27·3	+35 20	vF, S, bMN
6181	16 28·0	+20 2	pB, pL, vlE, pgmbM
6184	16 28·2	+40 47	eF, vS, R, vlbM
6185	16 29·7	+35 33	F, S, R, gbM, * 11 np
6186	16 30·0	+21 45	eF, vS, E
1221'	16 31·8	+46 36	eeF, pS, E
1222'	16 32·1	+46 25	eeF, pL, R
1223'	16 32·7	+49 27	eeF, pS, R, bet 2 dist F st
6194	16 33·0	+36 24	vF, vS, sbM * 12
6195	16 33·1	+39 14	vF, S, R, gbM, bet 2 st
6196	16 33·7	+36 18	vF, vS, stell
6197	16 33·8	+36 13	eF, E, stell
6199	16 35·3	+36 17	eF
6201	16 36·1	+23 57	eF, vS
6203	16 36·2	+23 58	eF, vS
6205	16 38·1	+36 39	!!, ⊕, eB, vRi, vgeCM, st 11 . . .
1226'	16 38·2	+46 12	eF, S, R, mit 4 Sternen im Bogen
1224'	16 38·5	+19 26	vF, vS, R, stell
6207	16 39·5	+37 1	pB, pL, E 45° ±, vgmbM
6212	16 40·0	+40 0	eF
6210	16 40·3	+23 59	○, vB, vS, R
6219	16 42·1	+ 9 14	F, S
6224	16 43·6	+ 6 30	eeF, vS, lE, pB * nr n
6225	16 43·6	+ 6 24	eF, vS, lE, F st inv
6228	16 43·9	+26 23	vF, S
6229	16 44·2	+47 42	⊕, vB, L, R, r
6233	16 46·1	+23 45	pF, S, R, gbM
1232'	16 46·2	+46 16	eeF, S, iR, B * sf
6239	16 46·9	+42 55	vF, E, bi N np sf
6241	16 47·2	+45 35	eF, pS
6243	16 48·2	+23 30	vF, vS, iF, dif
6255	16 51·2	+36 39	eF, cL, E 90°
6257	16 51·5	+39 46	vF (vS : :) F : nf
6261	16 52·5	+28 8	eF, eS, iF
6263	16 52·6	+27 59	vF, vS, R
6264	16 53·1	+28 1	eF, vS
6265	16 53·3	+28 0	eF, vS
6269	16 53·8	+28 1	F, S, R
6267	16 54·0	+23 9	vF, pL, R, lbM
1236'	16 54·2	+20 13	eF, pS, vlE, vF * p nahe
6270	16 54·6	+28 1	eF, S, R
6271	16 54·7	+28 7	vF, R
6272	16 54·8	+28 4	vF
6274	16 55·7	+29 54	eF, vS
6279	16 56·2	+47 24	vF, pS, lE, : np
1238'	16 56·3	+23 14	eF
1239'	16h 56m·5	+23° 10'	eF, eF stell N (=6276?)
6276	16 56·5	+23 11	eF
6277	16 56·6	+23 11	eF
6278	16 56·6	+23 10	vF, stell
6282	16 56·9	+29 58	vF, S, R
6301	17 5·4	+42 27	F, stell
1244'	17 6·9	+36 23	vF, pS, R, bet 2 st
6311	17 7·5	+41 46	pB, vS, R
6312	17 7·6	+42 24	eF, irr R, dif, vS * inv
6313	17 7·8	+48 29	eeF, vS, lE, bet 2 F st
6308	17 7·8	+23 30	vF, S, R, sbM
6314	17 8·5	+23 24	F, vS, R, bM
6315	17 8·6	+23 21	eF, S
1245'	17 9·1	+38 9	eF, S, R, bM, F* s nahe
6320	17 9·6	+40 23	eF, * 13 p
1246'	17 9·9	+20 21	Neb * 13 p, * 10 n 1'
6321	17 10·1	+20 26	eF, iR, pS, vlbM
6323	17 10·3	+43 54	eF, vS, diffic
6327	17 11·0	+43 46	eF, vS, diffic
6329	17 11·2	+43 48	vF, vS, R, bM
1249'	17 11·3	+35 39	eeF, pS, R, v diffic, 4 st s
6330	17 11·9	+29 31	eF, S, R
6332	17 12·0	+43 45	vF, ibM, oval
6336	17 13·3	+43 56	vF, vS, R, bM
6339	17 14·0	+40 59	vF, L, iR
6341	17 14·1	+43 15	⊕, vB, vL, eCM, rrr, st S
6344	17 14·2	+42 32	F, S, R, * 12 nf nr
6343	17 14·2	+41 11	vF, S, lE
6348	17 15·2	+41 45	eF, vS, iR, lbM
1253'	17 15·4	+18 46	F
6347	17 15·4	+16 46	eF, iR, dif
6350	17 15·5	+41 48	pF, pS, gbM
6349	17 15·6	+36 10	vF, eS, R, lbM
6351	17 15·7	+36 10	vF, vS, schwächer als 6349
6353	17 16·7	+15 47	pB, pS, 3 S st inv, * 10 nf 1'
1255'	17 18·5	+12 45	vF, pS, R, mit 3 st Trapez
6363	17 19·4	+41 12	vF, S, R, gbM
1256'	17 19·8	+26 34	F, S, gbM
6364	17 20·6	+29 29	pF, vS, R, bM * 13
6367	17 21·7	+37 51	vF * in vF, vS, R neb
6371	17 23·3	+26 36	vF, S, R
6372	17 23·5	+26 33	vF, pS, iF
6375	17 24·9	+16 18	F, vS, R
6379	17 26·1	+16 23	vF, pL
6389	17 28·2	+16 28	F, S, iF, er
1262'	17 30·1	+43 51	eF, pS, R
1263'	17 30·1	+43 54	eF, pS, R

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0		δ 1900·0		Beschreibung des Objects
1264'	17^h	30^m·3	+43°	43'	*eF, pS, R*
1265'	17	33·6	+42	10	*eeF, S, lE*
6406	17	34·0	+18	53	*vF, eS, stell*
6408	17	34·4	+18	56	*F, S, iR, gbM*
6417	17	37·6	+23	44	*pF, S, vlbM*
6427	17	39·6	+25	34	*vF, vS, stell*
6428	17	39·8	+25	35	*vF, S, stell*
6429	17	40·0	+25	25	*F, S, stell*
6430	17	40·2	+18	12	*vF, S, mE*
6431	17	40·2	+25	33	*vF, vS, R*
6433	17	40·5	+36	50	*vF, S, pmE, bM*
6443	17	42·0	+48	10	*eF, pS, lE*
6442	17	42·5	+20	49	*pF, S, iR, gbM*
6446	17	42·6	+35	37	*eF, vS, iR*
6447	17	42·7	+35	37	*vF, S, R*
6450	17	43·2	+18	37	*vF, vS, B * f*
6452	17	43·7	+20	54	*eeF, S*
6458	17	44·9	+20	51	*eF, vS, stell*
6460	17	45·2	+20	48	*vF, pL, iR*
1268'	17	46·0	+17	14	*eeF, pS, R, v diffic*
6467	17	46·2	+17	34	*vF, vS, lE*
6468	17	46·2	+17	34	*vF, S, R*
6482	17	47·6	+23	6	*!, vF, S, R, vsvmbMvSRN*
6484	17	47·7	+24	31	*eF, vS, R, mbM*
1269'	17	48·2	+21	33	*eeF, pL, R, 2 F st nr*
6485	17	48·2	+31	29	*vF, vS, R*
6486	17	48·8	+29	50	*vS * nebs*
6487	17	48·9	+29	52	*F, S, R, gbM*
6490	17	50·1	+18	24	*vF, vS, stell*
6495	17	50·5	+18	21	*F, S, R*
6499	17	51·0	+18	23	*S* : in *neb*
6500	17	51·6	+18	21	*vF, vS*
6501	17	51·7	+18	23	*vF, vS*
6504	17	52·4	+33	14	*F, vmE, sbM*
6513	17	55·5	+24	54	*vF, vS, stell*
6518	17	55·8	+28	52	2 *vF st* in *vF, vS neb*
6524	17	56·3	+45	55	*pF, pS, lE*
6527	17	57·4	+19	42	*eeF, vS, R*
1272'	18	0·8	+25	5	*S Cl*
1273'	18	1·0	+25	7	*vF, S Cl* mit *Neb ?* * 10 *f*
6547	18^h	1^m·1	+25°	14'	*F, vS, E, mbM*
6548	18	1·4	+18	33	*eF, S, lE, r*
6549	18	1·4	+18	32	*vF, pL, iR*
6550	18	1·4	+18	32	*vF, pS, R, sev F st nr*
6560	18	2·6	+46	53	*eeF, pS, iR*
6555	18	2·7	+17	35	*F, L, R, vgbM*
6564	18	4·6	+17	23	*eF, vS*
6571	18	6·5	+21	12	*eF, vS, stell*
1277'	18	6·5	+30	58	*S Cl*
1278'	18	6·7	+31	7	*vF, vS, sev st inv.*
6575	18	7·2	+31	5	*pB, S, R*
6576	18	7·5	+21	25	*eF, vS*
1279'	18	7·6	+36	1	*eeF, pS, R, v diffic*
6577	18	7·8	+21	26	*vF, S*
1281'	18	8·1	+36	0	*eeF, S, cE, sev st nr f* (=1279' ?)
6579	18	8·3	+21	24	*F* } Doppelnebel
6580	18	8·3	+21	24	*F* }
1280'	18	8·3	+25	38	* 13 *nebs ?*
6581	18	8·5	+25	37	*eF, dif, bet 2 F st*
6585	18	8·9	+39	39	*eeF, S, eE, bet sev F st*
6586	18	9·3	+21	3	*eF, S, R*
6587	18	9·5	+18	47	*F, vS, R, stell*
6591	18	9·7	+21	1	*eeF, vS, stell*
1282'	18	9·8	+21	5	*vF,* 2—3 *st inv.*
6593	18	9·9	+22	15	*vF, vS, R, lbM*
6599	18	11·6	+24	53	*pF, vS, R, gbM, S * att ?*
6600	18	11·6	+25	0	*F, vS, stell*
6602	18	11·8	+25	1	*Cl, vS, st F,* 30″, *neb ?*
1285'	18	12·1	+25	4	*S Cl*
6616	18	13·9	+22	12	*vF, eS, mE, 2 F st nr*
6619	18	14·8	+23	36	*F, S, E*
6623	18	15·7	+23	39	*pF, S, R, bM*
6628	18	18·2	+23	26	*vF, S, lE, bM*
6641	18	24·8	+22	50	*vF, vS, R, bM*
6658	18	29·8	+22	48	*F, vS, lE*
6659	18	29·8	+23	29	*Cl, P, lC*
6661	18	30·4	+22	50	*F, vS, R, gbM, bet 2 st*
6669	18	33·0	+22	6	*eF, pL*
6674	18	34·5	+25	17	*F, pS, iR, bM*
6680	18	35·5	+22	14	*eF, S, S * inv*
6697	18	41·2	+25	24	*F, vS, stell*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
X Herculis .	$15^h 59^m 39^s$	+47° 30′·8	5·9—6·3	6·8—7·2	1890 Juli 4 + 92^d·5 *E* grosse Unregelmässigkeiten

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
RR Herculis	$16^h\ 1^m\ 28^s$	+50° 46′·3	7·8	9·5	
R "	16 1 44	+18 38·4	8·0—9·2	< 13	1865 Juli 12 + 317^d·7 *E* + + 20 *sin* (12° *E* + 324°)
U "	16 21 22	+19 7·2	6·6—7·8	11·4—12·7	1860 Nov. 8 + 409^d *E*, periodische Ungleichmässigkeit?
g "	16 25 21	+42 6·1	4·7—5·5	5·4—6·0	irregulär
W "	16 31 41	+37 32·4	8·0—8·4	11·5—14	1879 Juli 12 + 280^d·0 *E* + + 25 *sin* (15° *E* + 330°)
Y "	16 32 0	+ 7 18·6	6·9	8·0	20^d·5
S "	16 47 21	+15 6·6	5·9—7·5	11·5—13	1856 Sept. 9 + 308^d·1 *E*, grosse Unregelmässigkeiten
α "	17 10 5	+14 30·2	3·1	3·9	irregulär
u "	17 13 38	+33 12·3	4·6	5·4	irregulär periodisch
RS "	17 17 31	+23 1·1	8·0	11	
Z "	17 53 36	+15 8·8	7·1	8·0	Min. 1894 Juli 28^d 11^h 8^m·2 + + 3^d 23^h 49^m·545 *E* Algoltypus
T "	18 5 19	+31 0·2	6·9—8·5	9·8—12·7	1868 März 9 + 164^d·85 *E* + 8 *sin* (7° *E* + 59°)

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$15^h\ 35^m\ 51^s$	+47° 15′·3	6·7	*OR*
2	15 47 48	+48 47·1	7·5	*R*
3	15 51 19	+43 26·0	5·5	*O*
4	15 59 39	+47 30·8	*var*	*RR*, *X* Herc.
5	16 1 44	+18 38·4	*var*	*G*, *R* Herc.
6	16 3 2	+22 5·7	6·5	*GW*
7	16 3 29	+ 8 48·5	6·4	*RG*
8	16 3 48	+ 8 53·4	7·5	*RG*
9	16 4 18	+16 4·2	7·5	*G*
10	16 7 22	+23 46·2	6·0	*OR'*
11	16 8 27	+19 21·1	6·8	*G*
12	16 12 32	+19 6·0	7·2	*G*
13	16 19 40	+19 29·0	7·2	*G*
14	16 20 52	+19 28·4	7·0	*WG*
15	16 20 54	+ 9 36·7	6·8	*RG*
16	16 21 22	+19 7·2	*var*	*R*, *U* Herc.
17	16 22 0	+11 12·4	7·2	*G*
18	16 25 21	+42 6·1	*var*	*OR*, *g* Herc.
19	16 25 57	+21 42·4	2·5	*G*
20	16 27 23	+35 26·4	7·0	*RG*
21	16 27 56	+11 42·8	5·2	*RG*
22	16 31 41	+37 32·4	*var*	*GG*, *W* Herc.
23	16 33 48	+27 15·1	6·5	*OR*
24	16 35 49	+49 3·6	7·3	*GG*
25	16 36 2	+49 7·4	5·0	*O*
26	16 37 30	+36 22·4	7·8	*OR*
27	$16^h\ 39^m\ 32^s$	+36° 42′·2	7·7	*OR*
28	16 39 56	+48 35·1	8·1	*OR*
29	16 40 51	+15 55·9	6·1	*G*
30	16 41 3	+ 8 45·3	5·6	*RG*
31	16 44 8	+42 25·7	6·5	*O*
32	16 45 43	+36 37·4	9·0	*RO*
33	16 46 18	+10 2·8	7·3	*G*
34	16 47 21	+15 6·6	*var*	*GG*, *S* Herc.
35	16 52 8	+46 26·0	8·0	*OR*
36	16 58 23	+20 52·2	7·4	*OR*
37	16 58 33	+14 16·0	4·8	*RG*
38	16 59 55	+35 33·3	6·5	*G*
39	17 0 47	+31 33·0	7·6	*R*
40	17 1 46	+31 14·5	8·5	*RR*
41	17 3 4	+31 9·4	8·2	*G*
42	17 3 12	+31 20·2	6·8	*G*
43	17 3 16	+31 12·3	8·5	*R*
44	17 7 8	+40 45·5	7·7	*R*
45	17 8 54	+40 39·8	8·7	*R*
46	17 10 5	+14 30·2	*var*	*R*, α Herc.
47	17 11 34	+36 54·5	3·0	*G*
48	17 11 34	+45 17·7	8·0	*OR*
49	17 13 38	+33 12·3	*var*	*GW*, *u* Herc.
50	17 13 50	+31 32·5	8·5	*R*
51	17 14 19	+37 15·4	8·7	R^{3}

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
52	17ʰ15ᵐ15ˢ	+19°22′·6	8·5	G	72	17ʰ56ᵐ 5ˢ	+17° 6′·9	7·5	RG
53	17 15 25	+27 23·0	7·1	OR	73	17 57 15	+22 46·0	7·5	R
54	17 15 55	+18 11·0	5·5	RG	74	17 57 48	+22 27·2	7·2	R
55	17 16 20	+17 9·1	7·8	O	75	17 59 1	+19 32·9	7·0	RG
56	17 17 32	+46 20·3	5·5	G	76	18 0 34	+16 55·3	7·0	G
57	17 21 27	+17 0·4	6·2	GR	77	18 1 49	+22 12·7	5·2	OR
58	17 26 42	+26 11·5	5·0	G	78	18 3 48	+43 26·4	8·0	OR
59	17 26 59	+19 35·8	6·5	RG	79	18 4 42	+41 42·3	7·0	OR
60	17 33 2	+48 54·5	8·8	OR	80	18 4 51	+42 12·4	8·9	R
61	17 36 11	+31 15·4	6·5	OR	81	18 5 19	+31 0·2	var	s. T Herc.
62	17 36 26	+46 12·4	8·3	OR	82	18 8 8	+31 22·9	5·0	G
63	17 39 9	+29 41·9	7·8	OR	83	18 8 32	+33 15·5	7·3	O
64	17 43 52	+28 48·5	8·2	OR	84	18 8 41	+22 48·2	7·5	OR
65	17 44 28	+36 34·6	6·5	OR	85	18 13 31	+17 55·8	7·6	R
66	17 45 19	+20 40·2	7·2	OR	86	18 13 57	+23 14·4	7·0	G G
67	17 45 28	+20 56·8	7·5	R	87	18 17 22	+25 0·6	7·5	G W
68	17 45 42	+20 53·3	7·3	OR	88	18 19 25	+21 43·3	4·5	G
69	17 45 56	+45 44·2	8·1	OR	89	18 26 12	+25 7·0	9·0	R
70	17 51 39	+22 27·9	5·0	R	90	18 42 19	+18 35·6	6·4	G
71	17 53 55	+29 15·8	4·0	G	91	18 51 42	+17 59·1	5·9	G

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	0°	+10°	+20°	+30°	+40°	+45°	+50°	α	Δδ
15ʰ 0ᵐ	+31ˢ	+29ˢ	+28ˢ	+26ˢ	+23ˢ	+22ˢ	+20ˢ	15ʰ 0ᵐ	−2·3
15 30	+31	+29	+27	+25	+22	+20	+18	15 30	−2·0
16 0	+31	+29	+27	+24	+21	+19	+17	16 0	−1·8
16 30	+31	+29	+27	+24	+21	+19	+16	16 30	−1·5
17 0	+31	+29	+26	+24	+20	+18	+16	17 0	−0·8
17 30	+31	+29	+26	+23	+20	+18	+15	17 30	−0·4
18 0	+31	+29	+26	+23	+20	+18	+15	18 0	0·0
18 30	+31	+29	+26	+23	+20	+18	+15	18 30	+0·4
19 0	+31	+29	+26	+23	+20	+18	+15	19 0	+0·8

Horologium. (Die Pendeluhr.) Von LACAILLE eingeführtes Sternbild des südlichen Himmels.

Die Grenzen in der Uranometria sind folgende:

Von 2ʰ 10ᵐ, −67° 30′, Stundenkreis bis −58° 0′, eine Curve (über 2ʰ 15ᵐ, −55° 0′, 2ʰ 40ᵐ, −50° 0′, 3ʰ 20ᵐ, −45° 0′) bis 4ʰ 16ᵐ, −40° 0′, Stundenkreis bis −49° 0′, Curve (über 3ʰ 45ᵐ, −52° 30′, 3ʰ 20ᵐ, −56° 0′) bis 3ʰ 12ᵐ, −67° 30′, Parallel bis 2ʰ 10ᵐ.

Dem blossen Auge sichtbar sind: 1 Stern 4ter Grösse, 4 Sterne 5ter Grösse 20 Sterne 6ter Grösse, zusammen 25 Sterne.

Horologium grenzt im Norden an Eridanus, im Osten an Caelum, Dorado und Reticulum, im Süden an Hydrus, im Westen an Hydrus und Eridanus.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
831	h 3486	7	2^h 7^m·4	—64° 50'	1193	h 3559	6	3^h 8^m·3	—64° 18'
842	h 3487	9	2 8·9	—63 30	1201	h 3562	8	3 10...	—64 52
847	h 3488	8	2 9·5	—62 7	1216	h 3566	9	3 12·3	—66 11
854	h 3490	8	2 9·5	—66 14	1211	h 3564	6	3 12·6	—59 52
902	h 3497	6	2 16·7	—56 25	1221	Δ 12	6	3 13·6	—54 49
908	h 3499	9	2 17·8	—60 29	1229	h 3571	10	3 16·4	—53 30
934	h 3501	8	2 23·2	—63 38	1249	h 3573	8	3 20·1	—50 21
942	h 3503	8	2 24·9	—58 35	1253	h 3576	7	3 21...	—46 0
959	h 3507	9	2 28·0	—64 17	1254	h 3575	8	3 21·6	—51 25
975	h 3514	9	2 30·8	—56 33	1327	h 3584	8	3 33·3	—51 32
1015	h 3520	8	2 35·8	—55 16	1340	h 3586	10	3 37·9	—45 57
1022	Δ 7	8	2 36·9	—60 2	1388	h 3591	9	3 41·9	—51 38
1023	h 3525	7	2 36·9	—61 0	1394	h 3592	6	3 42·0	—54 36
1063	h 3534	8	2 44·3	—60 35	1405	h 3597	10	3 44·0	—52 32
1083	h 3528	11	2 47·7	—62 38	1413	h 3598	9	3 45·3	—50 45
1089	h 3540	10	2 49·7	—61 18	1439	h 3604	11	3 48·9	—49 4
1092	h 3541	8	2 50·0	—60 20	1481	h 3616	9	3 58·0	—45 7
1103	h 3542	10	2 52·8	—64 44	1489	h 3618	11	3 58·5	—49 48
1149	h 3550	7	3 1·4	—51 43	1498	h 3620	7	4 0...	—44 45
1170	Δ 11	8	3 5·0	—58 46	1568	h 3634	9	4 12·3	—44 52

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
888	2^h 14^m·5	—60° 19'	*cF, S, R*, 2 oder 3 *vF st nr*	1311	3^h 17^m·2	—52° 32'	*F, pL, mE* 37°, *gbM*
1025	2 33·0	—55 18	*cF, S, R*	1356	3 27·7	—50 38	*vF, pL, iR, gbM*, * *nr*
1031	2 33·4	—55 18	*F, S, R, gbM*, * 11 *s* 2'	1433	3 38·9	—47 33	*vB, L, pmE, vsvmbM* * 10
1096	2 41·4	—60 20	*F, pS, R, glbM*				
1135	2 47·8	—55 23	*F, R, gbM*	1483	3 49·7	—47 47	*cF, pL, R, vglbM*
1136	2 47·9	—55 29	*F, R, gbM*	1493	3 54·3	—46 30	*F, cL, R, vglbM*
1244	3 5·2	—67 10	*F, S, pmE, gbM*	1494	3 54·8	—49 12	*F, L, R, vgvlbM*, 3 *st n*
1246	3 5·8	—67 20	*pF, S, R, glbM*,	1510	4 0·3	—43 41	*F, pL, R, vgmbM*
1249	3 7·1	—53 43	*B, L, vmE* 80°, *vgbM*	1512	4 0·7	—43 38	⊕, *B, cL, R, bM, rr*
1252	3 8·1	—58 31	*Cl*, 18—20 Sterne	1527	4 5·5	—48 9	*pB, pS, E* 77°, *vsmbMRN*
1261	3 9·5	—55 36	⊕, *B, L, R, rr*				

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Helligkeit Maximum	Helligkeit Minimum	Periode, Bemerkungen
R Horologii . .	2^h 49^m 42^s	—50° 21'	5·8—6·2	10·0	1889 Aug. 30 + 371^d *E*?

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$2^h 16^m 41^s$	−56° 23′·2	6·1	*R*
2	2 50 13	−63 19·2	6·4	*RR*
3	3 10 3	−57 41·9	6·3	*R*
4	$3^h 14^m 10^s$	−48° 6′·1	6·2	*R*
5	4 10 11	−40 36·9	6·6	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−40°	−50°	−55°	−60°	−65°	α	Δδ
$2^h\ 0^m$	$+25^s$	$+23^s$	$+21^s$	$+19^s$	$+17^s$	$2^h\ 0^m$	+2′·9
2 30	+24	+21	+19	+17	+14	2 30	+2·6
3 0	+23	+20	+18	+15	+11	3 0	+2·3
3 30	+22	+18	+16	+13	+ 8	3 30	+2·0
4 0	+21	+17	+14	+11	+ 6	4 0	+1·6
4 30	+21	+16	+13	+10	+ 5	4 30	+1·3

Hydra. (Die Wasserschlange.) Sternbild des PTOLEMAUS am Aequator gelegen, doch vorwiegend südlich davon.

Das über mehr als einen Quadranten in AR sich ausdehnende Gebiet hat nach der Uranometrie folgende Grenzen:

Von $8^h\ 22^m$, — 11° 0′ Stundenkreis bis — 16° 0′, eine Curve (über $9^h\ 0^m$, — 20° 30′, $9^h\ 22^m$, — 23° 0′, $9^h\ 40^m$, — 25° 0′, $10^h\ 0^m$, — 27° 0′, $10^h\ 20^m$, — 29° 0′, $10^h\ 45^m$, — 32° 30′) bis $11^h\ 0^m$, — 35° 0′, Parallel bis $12^h\ 0^m$, directe Linie bis $12^h\ 50^m$, — 29° 30′, Parallel bis $14^h\ 55^m$, Stundenkreis bis — 24° 30′, Parallel bis $14^h\ 15^m$, Stundenkreis bis — 22° 0′, Parallel bis $12^h\ 50^m$, directe Linie bis $12^h\ 20^m$, — 24° 30′, Parallel bis $11^h\ 0^m$, directe Linie bis $10^h\ 45^m$, — 18° 0′, Stundenkreis bis — 11° 0′, Parallel bis $9^h\ 35^m$, Stundenkreis bis + 7° 0′, Parallel bis $8^h\ 5^m$, Stundenkreis bis — 11° 0′, Parallel bis $8^h\ 22^m$.

Anzahl der Sterne, welche dem blossen Auge sichtbar sind, nach der Uranometrie: 1 Stern 2ter Grösse, 5 Sterne 3ter Grösse, 10 Sterne 4ter Grösse, 30 Sterne 5ter Grösse, 118 Sterne 6ter Grösse, dazu 1 Variabler, Summa 165 Sterne.

Hydra grenzt im Norden an Cancer, Sextans, Crater, Corvus, Virgo und Libra, im Osten an Libra, im Süden an Centaurus, Antlia und Argo, im Westen an Monoceros und Canis minor.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3548	*h* 2432	10	$8^h\ 5^m{\cdot}0$	— 8° 55′
3549	Σ 1194	—	8 5·3	+ 2 13
3558	Σ 1198	8	8 6·1	+ 1 34
3566	*h* 2433	9·10	8 6·9	+ 8 58
3567	*h* 83	14	8 7·3	+ 4 46
3568	*h* 84	13	8 7·3	+ 4 49

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3579	*h* 85	11	$8^h\ 8^m{\cdot}3$	— 1° [illegible]
3582	*h* 778	10	8 8·5	— 1 [illegible]
—	β 1244	7·9	8 8·5	+ 2 1[illegible]
3584	*h* 2435	10·11	8 8·7	— 5 2[illegible]
3594	*Hh* 292	—	8 9·5	— 6 2[illegible]
3596	Σ 1207	8	8 9·9	— 5 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3600	Σ 1210	7·8	8h 10m·6	+ 3° 7′
3616	h 86	12	8 11·9	+ 4 29
3625	Σ 1213	9	8 12·6	+ 6 47
3632	h 88	9	8 14·3	+ 0 30
3638	h 783	9	8 15·4	+ 6 57
3642	Σ′982	8·4	8 15·6	+ 1 42
3641	Σ 1215	—	8 15·6	+ 1 46
3646	Σ 1216	7·8	8 16·3	− 1 17
3650	h 90	—	8 16·7	− 3 29
3655	Σ′986	8·8	8 16·8	− 2 37
3666	h 784	10	8 17·8	−10 22
3665	Σ′989	8·5	8 17·9	− 3 8
3683	*Schj.* 10	10	8 20·5	+ 6 18
3690	*Hh* 297	—	8 20·7	− 3 34
3689	*Schj.* 11	7·5	8 20·7	− 0 5
3692	Σ 1226	8·9	8 20·9	+ 4 50
3702	Σ 1229	8	8 21·6	+ 2 46
3706	h 92	10	8 22·8	+ 4 48
3715	Σ 1233	7	8 23·4	− 2 11
3717	h 787	9	8 23·4	− 6 24
3712	h 3473	15	8 24·4	+ 6 0
3730	h 94	11	8 24·5	− 3 41
3734	h 95	11	8 25·0	− 5 47
3738	h 790	11	8 25·2	− 9 45
3736	h 789	10	8 25·3	− 9 55
3750	h 96	9	8 27·1	− 0 38
3751	Σ 1241	—	8 27·3	+ 6 3
3759	Σ 1243	8	8 28·7	+ 1 56
3761	h 2453	9	8 29·0	− 5 42
3763	h 2454	11	8 29·6	− 6 16
3772	Σ 1245	6	8 30·6	+ 6 58
3774	h 2458	10	8 30·9	+ 3 52
3775	Σ 1247	—	8 30·9	+ 5 45
3783	h 792	11	8 31·6	−11 15
3788	h 98	11	8 32·5	− 2 5
3790	h 99	—	8 32·7	− 6 26
3786	*S.C.C.* 327	—	8 33·4	+ 6 3
3798	h 2461	9·10	8 33·6	− 5 25
3795	Σ 1252	—	8 33·8	+ 8 52
3805	Σ 1255	7	8 34·4	+ 6 8
3822	Σ 1260	8	8 36·0	−11 48
3823	Σ 1261	7	8 36·0	−11 34
3821	h 102	11	8 36·1	− 1 50
3825	h 103	11	8 36·3	− 1 52
3831	h 4124	5	8 37·1	−15 35
3835	*Hh* 302	—	8 37·6	− 8 8
3833	Σ 1264	9	8 38·6	− 8 3
3842	Σ′1036	6·5	8 38·7	+ 4 42
3844	*Hh* 303	—	8 38·8	− 6 53
3851	Σ 1267	—	8 40·0	+ 4 35
3858	Σ 1270	7	8h 40m·3	+ 2° 14′
3863	h 2465	10	8 40·8	− 4 23
3866	h 796	9	8 41·0	− 6 21
3857	h 795	10·11	8 41·2	−10 23
3867	h 3313	8	8 41·2	+ 1 1
3868	Σ 1273	4	8 41·5	+ 6 47
3871	Σ 1277	9	8 41·9	+ 9 6
3877	Σ 1281	8	8 42·5	+ 0 23
—	β 335	7·5	8 43·0	+ 2 58
3881	OΣ 194	7	8 43·2	+ 0 56
3882	h 106	6	8 43·5	− 3 35
3895	h 4140	9	8 44·0	−13 2
3891	h 2468	8	8 44·1	− 4 52
3894	h 797	9	8 44·2	−14 15
—	β 1069	6·6	8 44·6	−10 38
3900	h 2471	10·11	8 45·2	− 6 54
3901	h 3314	10	8 45·3	+ 0 21
3902	Σ 1286	9	8 45·4	+ 4 24
3904	h 107	—	8 45·4	− 3 49
3915	h 4143	8	8 46·4	−22 50
3914	h 798	10	8 46·6	−10 24
3913	*Hh* 309	—	8 46·6	− 6 48
—	β 587	6	8 46·7	− 6 48
3912	Σ 1290	7	8 46·8	+ 4 51
—	β 407	8·0	8 46·8	− 6 24
3918	*Schj.* 12	9	8 47·0	−10 45
3921	h 108	15	8 47·5	− 2 39
3922	h 2472	9	8 47·7	− 4 29
3923	h 799	11	8 47·8	− 9 5
3928	Σ 1292	9	8 48·7	− 0 12
3929	h 4146	6	8 48·8	−12 51
—	β 24	7·5	8 49·4	− 8 22
—	β 103	8	8 50·0	− 7 21
3939	h 2476	11	8 50·5	− 4 51
3942	*S* 585	—	8 50·6	−17 52
3941	*S* 584	—	8 50·6	−11 0
3940	Σ 1295	7	8 50·6	− 7 36
3946	h 800	9	8 51·9	−13 21
3951	h 801	11	8 52·7	− 1 33
3960	h 111	9	8 54·7	− 1 12
3968	h 802	9·10	8 55·1	−10 7
3966	h 2480	9	8 55·1	− 6 53
3965	h 2475	9	8 55·1	+ 8 55
3976	h 4160	12	8 55·7	−12 15
—	β 409	8·0	8 55·9	− 8 48
3977	Σ 1302	9	8 56·0	+ 3 8
3981	h 4162	9	8 56·6	−21 36
—	β 211	7	8 56·7	+ 3 4
3985	h 114	10	8 58·4	− 3 40
3988	*S* 588	—	8 58·5	−17 14

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3992	*h* 116	8·9	8ʰ 59ᵐ·1	— 2° 29′	—	β 213	8·5	9ʰ 23ᵐ·4	— 7° [illegible]
3991	Σ 1307	9	8 59·2	+ 5 15	4170	Σ 1357	7·8	9 23·5	— 9 33
3997	Σ 1308	8	9 0·0	— 3 35	4174	*h* 1167	6	9 24·1	— 2 20
4009	Σ 1309	8·9	9 1·3	+ 3 14	4176	Σ 1361	9·10	9 24·4	+ 5 0
4017	*Schj.* 13	9	9 2·6	+ 0 8	—	β 339	8·0	9 26·2	—15 18
4020	*h* 4174	11	9 2·7	—15 19	4190	Σ 1365	7	9 26·4	+ 1 55
4022	*h* 804	8	9 2·9	—10 6	4200	Σ 1367	8	9 27·3	+10 24
4021	Σ 1316	8	9 2·9	— 6 44	4201	*h* 139	9	9 27·7	+ 4 43
4028	*h* 119	8	9 3·9	— 1 8	—	β 910	7·7	9 28·1	—13 33
4030	*O*Σ 197	7	9 4·3	+ 3 21	4209	Σ 1370	9	9 29·9	—12 9
4042	*h* 4182	8	9 5·6	—16 27	4213	*h* 817	8·9	9 30·2	—11 38
4040	*h* 806	9	9 5·7	— 1 26	4210	Σ 1371	8·9	9 30·2	+ 4 22
4043	*h* 2485	16	9 5·9	— 4 31	4215	*S* 604	—	9 30·5	—19 7
4045	*h* 120	10	9 6·3	— 3 54	4221	*h* 818	9	9 31·2	— 6 58
—	β 104	7	9 6·4	+ 0 42	4224	*h* 140	12	9 31·8	+ 5 50
4053	*h* 807	10	9 7·4	— 6 43	4233	*h* 1169	10	9 34·9	+ 3 55
4052	*h* 2486	10	9 7·5	+ 4 44	4239	*Hh* 34	—	9 35·6	—23 12
4057	*h* 123	10	9 8·2	— 1 54	—	β 214	7·5	9 36·8	—18 1
4067	*h* 2489	5	9 9·2	+ 2 45	4252	*h* 4233	8	9 37·8	—20 18
—	β 908	9·0	9 9·4	— 7 53	4257	*h* 821	9	9 38·5	—15 52
—	β 455	9·5	9 9·6	+ 4 38	4321	*h* 4261	8	9 48·8	—19 0
4070	Σ 1328	8	9 9·8	— 1 10	4322	*h* 4262	9	9 49·1	—12 27
4074	*h* 124	10	9 10·1	+ 5 57	—	β 592	6·5	9 50·2	—15 44
4078	Σ 1329	8	9 10·6	+ 0 49	4345	*h* 1173	12	9 52·8	—14 18
—	β 212	7	9 11·2	— 7 56	4355	*h* 825	9	9 54·7	—14 29
—	β 588	6·5	9 11·5	+ 1 9	4390	β 1072	6·9	9 59·3	—17 37
4089	*h* 127	12	9 11·9	— 5 13	4409	*h* 4285	8	10 2·0	—22 39
4093	Σ 1336	6·7	9 12·3	+ 0 59	—	β 217	7·5	10 2·2	—24 14
4096	Σ 1337	9	9 12·6	— 0 11	—	β 218	8	10 2·6	—19 13
4100	*S* 595	—	9 13·4	—19 51	4408	σ 358	—	10 3·1	—18 49
4103	*h* 129	11	9 14·2	+ 6 33	—	β 911	7·5	10 3·6	—19 18
4105	*h* 809	10	9 14·3	+ 0 45	—	β 790	8·6	10 5·0	—12 23
4109	Σ 1343	8·9	9 14·7	+ 5 26	4420	*h* 830	9·10	10 5·3	—14 8
4112	*h* 131	10	9 15·1	— 1 11	—	β 593	4·0	10 5·7	—11 52
4115	*Hh* 415	—	9 15·6	— 9 7	4434	Σ 1416	6·7	10 7·4	—15 35
4119	*h* 132	9·10	9 16·3	— 3 48	4464	*h* 831	9	10 12·5	—13 54
4125	*h* 5477	11	9 17·2	+ 9 9	4480	*h* 4303	8	10 15·5	—22 7
4129	*h* 133	11	9 17·5	+ 5 45	4482	*h* 4305	8	10 15·9	—23 8
—	β 337	7·0	9 17·8	—17 28	—	β 219	7	10 16·9	—22 2
4131	Σ 1347	7	9 18·1	+ 3 56	—	β 912	8·6	10 17·4	—13 20
—	β 338	8·5	9 18·5	—15 4	4495	*h* 4311	7	10 18·4	—12 52
4137	*h* 4203	10	9 18·9	— 1 55	4543	*h* 4322	7	10 25·6	—24 22
4135	*h* 811	10	9 19·1	— 5 7	4576	*S* 610	—	10 29·6	—17 17
4140	*h* 2496	10·11	9 19·1	— 5 7	—	β 411	7·0	10 31·4	—26 9
4139	Σ 1348	8	9 19·2	+ 6 47	—	β 1075	6·0	10 31·4	—15 49
4150	*h* 814	11	9 20·8	— 8 54	4593	*h* 4336	—	10 31·6	—29 25
—	β 589	7·5	9 21·3	+ 6 58	4594	Σ 1453	9	10 31·8	—13 2
4160	Σ 1355	8	9 22·0	+ 6 40	4601	*h* 4337	8	10 32·8	—18 [illegible]
—	β 590	7·0	9 22·3	— 8 47	4620	*h* 4339	5	10 35·6	—12 39
4163	Σ' 1122	2	9 22·7	— 8 14	4629	*S* 611	—	10 36·7	—14 13

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4633	*h* 4342	9	10h 37m·0	−30° 14′	5363	*h* 4537	7	12h 34m·0	−30° 14′
4675	*h* 4365	9	10 41·6	−27 37	5415	*h* 4553	10	12 45·9	−29 12
4685	Σ 1473	8	10 42·7	−15 6	5432	*h* 4556	8	12 48·9	−27 25
4683	Σ 1474	7·8	10 42·7	−14 44	—	β 341	6·0	12 58·4	−20 2
4684	*S* 615	—	10 42·7	−14 8	5545	*h* 4575	9	13 9·2	−27 20
—	β 595	9·0	10 43...	−14 29	—	β 342	7·8	13 9·9	−18 23
4691	*h* 4372	11	10 43·6	−28 13	—	β 222	8	13 12·0	−21 0
4727	*S* 618	—	10 50·6	−20 33	5619	*h* 2655	10	13 25·0	−22 57
4741	*h* 4384	11	10 52·2	−26 22	5627	*h* 2657	8	13 26·8	−22 29
4750	*h* 4389	9	10 53·5	−31 1	5652	*Hh* 422	—	13 31·2	−25 59
4824	*h* 4412	9	11 4·2	−29 4	5655	*h* 4599	—	13 31·6	−29 26
4845	*h* 4418	10	11 9·6	−29 22	5684	*h* 4604	8	13 35·2	−27 45
4849	*h* 4419	10	11 10·5	−34 24	5685	*h* 4605	9	13 35·6	−29 25
4858	*h* 4422	9	11 11·8	−29 34	5689	*h* 4606	7	13 36·1	−22 58
4892	*h* 4428	9	11 17·7	−30 21	5701	*h* 2671	9	13 37·9	−24 28
4894	*h* 4430	9	11 18·1	−30 21	—	β 413	6·8	13 43·4	−27 52
4954	Δ 111	6	11 27·3	−28 43	5751	*h* 4617	8	13 45·0	−29 23
4960	*h* 4449	4	11 28·1	−31 18	5770	*h* 4623	8	13 47·3	−28 53
4970	*h* 4454	9	11 30·2	−34 37	5792	*Hh* 431	—	13 50·3	−25 6
4985	*h* 4453	9	11 31·6	−33 1	—	β 344	9·0	13 53·5	−25 4
5019	*h* 4463	6	11 35·5	−33 1	5813	*h* 4639	9	13 54·6	−28 47
5022	Δ 115	7	11 35·9	−32 45	—	β 938	7·5	14 0·6	−26 6
5026	*h* 4465	6	11 36·7	−31 56	5846	*h* 4650	8	14 1·2	−28 43
5043	*h* 4470	9	11 40·5	−29 56	5876	*h* 4661	10	14 6·3	−28 26
5050	*h* 4472	9	11 41·3	−28 38	5892	*h* 4664	9	14 8·7	−28 47
5059	*Hh* 382	—	11 42·9	−31 37	5923	*h* 4670	9	14 12·7	−25 47
5090	*h* 4478	5	11 47·9	−33 21	—	β 1246	5·5	14 13·3	−25 21
5113	Δ 116	7	11 51·6	−31 18	5949	*h* 2711	9	14 17·0	−22 38
5166	*h* 4495	7	12 0·9	−32 23	5971	*h* 4678	11	14 21·2	−23 49
5180	*A.C.* 6	6	12 2·4	−19 45	—	β 940	5·0	14 22·3	−29 2
5204	*h* 4505	8	12 6·5	−30 3	—	β 805	7·2	14 34·1	−26 43
5238	*h* 4509	9	12 11·1	−26 33	—	β 806	7·3	14 34·6	−25 51
5254	*h* 4513	8	12 13·7	−32 44	—	β 345	7·5	14 35·8	−29 16
5255	*h* 4514	10	12 14·0	−26 52	6071	*h* 4694	—	14 37·4	−24 34
5285	*h* 4519	10	12 18·8	−31 50	6091	*h* 4698	5	14 40·2	−25 1
5289	*h* 4521	10	12 19·1	−32 21	—	β 239	6	14 52·7	−27 15
5336	*h* 4528	7	12 29·0	−31 33					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
498′	8h 4m·2	+5° 34′	*F, pS, R*	513′	8h 28m·3	−12° 1′	*F, S, dif, r*
2538	8 6·1	+3 56	*vF, vS, R, mbM*	2618	8 31·1	+1 3	*eF, pL, iF*
2555	8 12·8	+1 4	*vF, cS, iF, 3 S st inv ?*	518′	8 31·9	+1 2	*vF, ? vSCl*
2561	8 14·2	+4 58	*vF, S, R, 2 st* △	519′	8 35·4	+2 58	*vF, vS, R, diffic,* * 14 nahe
503′	8 16·9	+3 34	*vF, S, lE*	2644	8 36·3	+5 20	*vF, pL, irr* oval, kleine Knoten
504′	8 17·3	+4 35	*vF, pS, R, 4 st f*				
505′	8 17·9	+4 42	*eF, S, R, lbM*	2662	8 40·9	−14 56	*vF, vS, R, bM,* * *15 nr*
506′	8 18·2	+4 38	*eeF, eS, R, v diffic*	521′	8 41·6	+2 55	*Neb* * *13 m*

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2674	8h 43m·5	−13° 55′	*eF, S, neb ?*
2690	8 47·3	− 2 14	*pF, S, E*
2695	8 49·4	− 2 41	*pF, cS, R*
2696	8 49·5	− 4 36	*eF, vS, stell*
2697	8 50·0	− 2 36	*vF, vS, R*
2698	8 50·6	− 2 48	*vF, pS, R,* * 9 *np* 4′
2699	8 50·8	− 2 44	*vF, S, R,* * 15 *np*
2700	8 50·8	− 4 43	*eF, vS*
2702	8 50·8	− 2 40	*vF, vS*
2703	8 50·8	− 2 54	*eF, lE,* zweifelhaft
2705	8 50·9	− 2 37	*vF, vS,* 3 *st* 14 *f*
2706	8 51·1	− 2 12	*vF, pS, mE,* * *nr f*
2707	8 51·1	− 2 41	*eF, S*
2708	8 51·1	− 2 58	*pF, pS, E,* 2 *st nr*
2709	8 51·2	− 2 51	*vF, pS, lE*
2713	8 52·2	+ 3 18	*pB, iR, mbM*
2716	8 52·4	+ 3 28	*F, S, R, mbM*
2718	8 53·5	+ 6 42	*F, pL, E, am* 3 *st*
2721	8 54·0	− 4 31	*cF, pL, R, vgbM*
2722	8 54·5	− 3 20	*vF, vS, stell*
2723	8 55·1	+ 3 35	*F, S, R*
2727	8 56·0	− 3 0	*vF, L, R, bM*
2729	8 56·1	+ 4 7	*vF, vS, R*
525′	8 56·3	− 1 27	*F, S, Ens*
2733	8 57·0	− 3 20	*eF, R*
2754	9 0·6	−18 41	*eF, S, R*
2757	9 1·0	−18 38	*eF,* ? *
2758	9 1·1	−18 38	*eF, S, E* 0°
2763	9 2·1	−15 6	*vF, pS, bM, S* * 30″ *n*
2765	9 2·4	+ 3 48	*vF, pL, E, gbM, er*
2781	9 6·7	−14 24	*B, S, vlE, psmbM*
2811	9 11·5	−15 54	*pB, pS, E, psmbM*
2817	9 12·3	− 4 19	*vF, pS, R*
531′	9 12·7	+ 0 10	*F, vS, Epf, lbM*
2835	9 13·4	−21 56	*F,* * 10 *inv f, bet* 2 *st* 9
2837	9 13·6	−16 3	*eF, R, bM,* * *f* 8s·5
532′	9 14·4	−16 20	*pB, pL, Epf, bM*
2846	9 15·1	−14 16	*vF, stell*
533′	9 15·4	− 3 34	*eF, S, dif*
2847	9 15·4	−16 5	*vF, S, inv* in 2848
2848	9 15·4	−16 6	*vF, cL, E* 45°, *glbM* * 11 *nf* 3′
2850	9 15·9	− 4 31	*vF, vS, R, mbM*
2851	9 15·9	−16 5	*eF, pS, mE*
534′	9 16·1	+ 3 34	*vF, S, dif*
2855	9 16·6	−11 29	*pB, pL, R, gmbMN*
535′	9 17·2	− 0 37	*F, vS, R*
2858	9 17·7	+ 3 35	*vF, S, mbM*
2861	9 18·4	+ 2 31	*pF, S, iR,* * 14 *f*
2863	9 18·7	−10 0	*cF, S, F, bet* 2 *st* 12, 16

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2864	9h 18m·9	+ 6° 22′	*vF, pL, lE*
2865	9 19·0	−12 45	*B, S, R,* [illegible]
2868	9 19·5	−10 0	*eF, S, R* [illegible]
2869	9 19·5	−10 0	*eF, pS, E* 170°, [illegible] *bet* 2 *F st*
2876	9 20·3	− 6 17	*F, S,* [illegible]
2879	9 20·5	−11 13	*vF, vS, R,* [illegible]
2877	9 20·6	+ 2 40	*vF, S, vlE*
2878	9 20·6	+ 2 32	*vF, S, vlE*
537′	9 20·6	−11 57	*Neb* * 14 [illegible]
2881	9 21·0	−11 34	*eF, pS,* 2 *st f*
2884	9 21·6	−11 7	*F, S, r* ?
2886	9 22·0	−21 19	*eeF, pL*
2889	9 22·3	−11 13	*pF, pS, vlE,* [illegible]
2890	9 22·5	−14 6	*eF, S, R, bMN*
2891	9 22·5	−24 22	*F, S, R, bM*
539′	9 24·0	− 2 7	*pB, S, R,* [illegible]
2897	9 24·6	+ 2 38	*eF, S*
2898	9 24·7	+ 2 30	*vF, vS, iE*
2900	9 25·1	+ 4 34	*eeF, pL, R*
541′	9 25·5	− 3 49	*eeF, pS, R,* * 10 [illegible]
2902	9 26·1	−14 18	*vF, vS, stell*
542′	9 26·3	−12 45	*F, vS,* [illegible]
543′	9 26·4	−14 20	*vF, pL, E,* [illegible]
2907	9 26·9	−16 18	*pF, S, lE,* [illegible]
2917	9 29·4	− 2 4	*pF, S, mbM*
2920	9 29·7	−20 24	*eF, S, R*
2921	9 29·9	−20 29	*vF, pS, iF,* [illegible]
546′	9 30·1	−15 57	*F, vS, iF*
2924	9 30·4	−15 57	*pB, S, R*
547′	9 31·3	−12 0	*pB, S, R,* [illegible]
2935	9 32·1	−20 41	*pB, pS,* [illegible]
2936	9 32·5	+ 3 11	*vF, iR*
2937	9 32·5	+ 3 11	*F, S,* wie ein Nebelstern
2945	9 33·1	−21 36	*F, S, R,* [illegible] 2—3 *S* [illegible]
2947	9 33·5	−11 59	*eF, pL, iR,* [illegible]
2948	9 33·7	+ 7 25	*vF, pL,* [illegible]
2052	9 34·5	− 9 42	*eF, pS,* [illegible] * 9·5 *f* [illegible]
2951	9 34·5	+ 0 12	*pF, S, E*
2956	9 34·7	−18 43	*vF, vS, R,* * [illegible]
2975	9 37·5	−16 12	*eeF, S, R,* [illegible]
2983	9 39·0	−20 1	*F, pS, R, bM,* [illegible]
2986	9 39·6	−20 49	*pB, pS,* [illegible]
2989	9 40·7	−17 54	*F, R,* [illegible]
2992	9 40·9	−13 52	*cF, S, R, bM,* [illegible]
2993	9 41·0	−13 54	*cF, S, R, bM,* [illegible]
2996	9 41·3	−21 8	*vF, S,* * [illegible]
3025	9 44·3	−21 6	*eF, vS, R,* * [illegible]

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3028	9h 45m·2	−18° 43'	*F, S, R, lbM*
3030	9 45·5	−11 47	*eF, vS, R, bM*
3045	9 48·5	−18 10	*vF, pS, R, lbM*
573'	9 48·7	−12 1	*eF, vS, R, vS* * nahe
3052	9 49·8	−18 10	*F, pL, R, glbM*
3054	9 49·8	−25 14	*pB, L, irr,* länglich
3058	9 50·4	−12 0	*eF, pL, D* oder *biN*
579'	9 51·7	−13 40	*pF, pS, R*
3072	9 52·7	−18 52	*vF, pS, lE, glbM*
3076	9 53·4	−17 42	*eF, S, R*
3081	9 54·5	−22 19	*vF, cS, lbM,* △ *S st np*
3085	9 54·7	−19 2	*vF, S, R*
3091	9 55·5	−19 9	*pB, pS, iR, bM*
3096	9 55·9	−19 9	*eF, R, lbM!*
3109	9 58·5	−25 41	*eF, vL, vmE* 82°, *lbM*
3112	9 59·5	−20 18	*eF, eS, R, ? neb*
3124	10 1·9	−18 45	*F, pL, R, lbM,* : *s*
3127	10 2·5	−15 39	*eF, pL, mE* 45°
3128	10 2·5	−15 39	*eF, pL, mE* 170°, *lbM*
3133	10 3·6	−11 30	*eF, vS, R*
3138	10 4·5	−11 27	*eF, vS, R*
3139	10 4·5	−11 19	*eF, vS, R*
3140	10 4·5	−16 9	*eF, pS, R, sbMN*
3141	10 4·5	−16 9	*eF, S, R*
3143	10 5·2	−12 10	*F, S*
3145	10 5·3	−11 56	*F, pL, R, vgslbM*
3146	10 6·5	−20 23	*eF, S, R, gbM*
3171	10 9·5	−20 8	*eF, S, R, gbM*
3173	10 10·0	−27 12	*eF, S, R, 2 B st f*
3176	10 10·5	−18 32	*eF, pS, iR, ? neb*
3178	10 11·3	−15 18	*pB, pL, gpmbM*
…00	10 13·8	−17 29	*pB, E* 160°, *bMN*
…03	10 14·0	−26 12	*pB, S, cE, gbM*
[illegible]	10 14·4	−25 19	*eF, pL, iR, gbM*
…23	10 18·5	−21 45	*eF, pL, iF, stell N*
…40	10 19·8	−21 17	*eF, S, R,* * *nr*
…42	10 20·0	−18 8	! ◯, *vB, lE* 147° 45'' *d*, blau
…0	10 27·5	−11 59	*F, biN*
…2	10 27·5	−21 47	*eF* * in *eF, vSneb, bet 2 st*
…7'	10 27·8	−12 8	*vF, vS, R, bM*
…8'	10 27·8	−12 13	*F, S, Epf, lbM*
…5	10 28·9	−26 56	*pB, S, lE, gbM*
…0	10 29·9	−16 45	*eF, S, lE* 0°, *gbM, B* * *n* 6'
…5	10 30·5	−12 8	*eF, pL, bM, D* oder *st inv*
…6	10 30·5	−12 12	*eF, pS, R, bM*
…7	10 30·5	−12 10	*eF, S, iR*
…5	10 31·5	−26 39	*vF, S, R*
…7	10 31·6	−27 5	*eeF*
[illegible]	10 31·7	−26 55	*F, S, R*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
625'	10h 31m·7	−23° 24'	*eF, pL, E* 110°, *dif*
3309	10 31·9	−27 0	*B, L, R, D neb*
3311	10 32·0	−27 2	*B, L, R,* mit 3309 *D neb*
629'	10 32·4	−27 2	*vF, vS st inv, Cl ?*
3312	10 32·4	−27 4	*eF, E, gbM*
3313	10 32·5	−24 48	*eF, pS, iR, gbMN* * 15 *n* 3''
3314	10 32·5	−27 9	*Neb*
3315	10 32·6	−27 14	*vF, pL, iR, gvlbM,* * 1' *np*
3316	10 32·9	−27 5	*F, S, R, bM*
3317	10 32·9	−27 0	*Neb* *
3321	10 33·3	−11 8	*eF, pS, mE* 160°, * *np*
3331	10 34·2	−23 18	*vF, S, vlE* 0°
3335	10 34·8	−23 23	*vF, S, iR, gbM*
3336	10 35·6	−27 14	*vF, pL, lE, glbM*
3355	10 38·7	−22 40	*Neb*
3369	10 41·5	−24 43	*eF, vS, R*
3383	10 42·6	−23 54	*F, pL, iR, glbM*
3390	10 43·6	−31 1	*F, S, pmE* 0°
3393	10 43·6	−24 38	*F, S, R, psbM,* 2 *st* 10*f*
3449	10 48·2	−32 24	*F, S, R,* * 6·7 *sf*
3450	10 48·4	−20 19	*vF, L, R, vglbM, r*
3453	10 48·8	−21 15	*F, S, R, bM*
3463	10 50·4	−25 37	*F, S, R, glbM*
3464	10 50·4	−20 33	*eF, pL, E* 125°
3483	10 54·2	−27 57	*pF, S, R, bM, am st*
3585	11 8·4	−26 13	*B, pL, E, vsmbMN,* 2 *B st* △
3606	11 11·4	−33 17	*eF, S, R, gbM*
3617	11 13·0	−25 35	*F, S, R, gbM*
3621	11 13·4	−32 16	*eB, vL, E* 160°, *am* 4 *st*
3673	11 20·3	−26 12	*F, vL, gvlbM,* * 7 *s* 6'
3717	11 26·6	−29 42	*pB, S, mE,* * 13 *att*
3885	11 41·8	−27 22	*eF, vS, vlE, bM, vF* * *sf*
3904	11 44·2	−28 46	*pB, S, R, mbM*
3923	11 46·0	−28 16	*B, pL, lE, gmbM, r, vS* * *sp inv*
3936	11 47·4	−26 21	*vF, cL, vmE* 59°
4087	12 0·4	−25 58	*pB, S, R, bM*
760'	12 0·7	−28 44	*eF, vS, rr, bMN*
4105	12 1·5	−29 14	*pF, pS, R, psbM, r*
4106	12 1·6	−29 14	*pF, pS, R, pgbM*
764'	12 5·1	−29 11	*eF, pL, Ens, lbN*
4456	12 23·8	−29 33	*eeF, vS,* * 13 *att*
4590	12 34·2	−26 12	⊕, *L, eRi, vC, iR, rrr, st* 12
4806	12 50·8	−28 58	*F, cS, R, gvlbM*
4831	12 52·2	−26 45	*F, S, R, gbM*
4955	13 0·6	−29 13	*F, cS, R, gbM*
4965	13 1·7	−27 41	*vF, vL, cE, vgbM*

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4968	13h 1m·8	−23° 9'	*F, pL, R, glbM*
4970	13 2·1	−23 28	*vF, pL, iF*
4980	13 3·7	−28 7	*eF, cS, R*
4993	13 4·4	−22 51	*vF, vS*
4994	13 4·4	−22 1	*pF, cS, R, slbM, am st*
5042	13 10·1	−23 27	*F, L, S, vgvlbM,* • 9 *p*
5048	13 10·6	−27 54	*pF, R*
5051	13 11·0	−27 48	*Neb*
5061	13 12·6	−26 19	*vB, S, R, vsmbM,* • 10*f*
874'	13 13·5	−27 6	*vF, S, R, dif*
879'	13 14·2	−26 54	*eF, pL, iR, dif*
5078	13 14·4	−26 53	*pB, pS, cE, psbM,* • 7·8 *f*
5085	13 14·9	−23 53	*F, L, R, vglbM*
5101	13 16·3	−26 54	*cB, pS, lE, psbM* •
5135	13 20·2	−29 19	*pB, S, E*
5150	13 22·1	−29 3	*cF, S, R, pslbM,* • *f*
5152	13h 22m·3	−29° 7'	*vF, S, R* } Doppelnebel
5153	13 22·3	−29 6	*pF, S* } Doppelnebel
5182	13 25·1	−27 38	*vF, pL, vlE* • 7 *nf* 10'
5236	13 31·4	−29 21	!! *vB, vL, E* 55°, *esbMN* Spiralnebel
5260	13 35·3	−23 23	*eF, pL,* 3 *st* [illegible] in gerader Linie
5264	13 36·0	−29 25	*vF, pL, R,* [illegible] *M*
5328	13 47·2	−27 59	*pB, S, R,* [illegible] *M*
5330	13 47·3	−27 59	*eeF, S, R,* [illegible]
5393	13 54·8	−28 23	*vF, S, R,* [illegible] *M*
5495	14 6·7	−26 38	*vF, S, R,* [illegible] *M,* • [illegible]
5556	14 14·7	−28 48	*eF, L, S* • [illegible]
5592	14 18·1	−28 13	*F, S, E,* [illegible] *M* [illegible]
5626	14 23·9	−29 18	*eF, S, R*
5694	14 33·8	−26 6	*cB, cS, R,* [illegible] *M,* [illegible] • 9·5 [illegible]

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
S Hydrae .	8h48m21s	+ 3°26'·7	7·5—8·7	< 12·2	1857 Febr. 13 + 257d·0 [illegible] periodische Ungleichmässigkeit
T „ .	8 50 48	− 8 45·6	7·0—8·1	< 13	1858 Febr. 28 + [illegible] *E*
X „ .	9 30 44	−14 14·7	8·4	11·8	1892 März 22 + [illegible] *E*
U „ .	10 32 37	−12 51·9	4·5	6·1—6·3	irregulär periodisch
V „ .	10 46 46	−20 43·2	6·7	9·5	lange, unregelmässige Periode
R „ .	13 24 15	−22 45·9	3·5—5·5	9·7	1891 Juli 17 + 425d·15 *E* [illegible] + 15 *sin* (7°·5 *E* + [illegible])
W „ .	13 43 23	−27 52·0	6·7	8·0	1889 Febr. 27 + 38[illegible] *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	8h 8m44s	− 0° 6'·1	9·0	*R*
2	8 12 18	+ 6 33·9	7·3	*G*
3	8 12 40	+ 6 32·9	7·0	*G*
4	8 14 53	+ 3 5·0	8·3	*R*
5	8 16 55	+ 0 9·1	7·9	*O*
6	8 17 0	+ 2 28·3	7·5	*G*
7	8 20 47	− 8 37·8	6·3	*R*
8	8 26 19	+ 0 5·0	—	*R*[2]
9	8 26 31	+ 0 9·8	8·5	*O*
10	8 30 2	+ 0 43·9	7·3	*WG*
11	8 41 19	−10 38·6	6·0	*OR*
12	8 41 21	−10 27·8	6·9	*OR*
13	8h41m41s	+ 0° 1'·4	8·2	[illegible]
14	8 48 21	+ 3 26·7	var	*R,* *S* Hydrae
15	8 50 30	−10 59·1	7·1	—
16	8 50 48	− 8 45·6	var	[illegible] *R,* *T* Hydrae
17	9 0 44	+ 5 29·5	5·6	[illegible]
18	9 1 50	+ 1 51·9	6·8	[illegible]
19	9 7 37	− 2 37·3	7	—
20	9 15 29	+ 0 35·7	7·5	[illegible]
21	9 18 28	−21 50·0	—	—
22	9 19 1	− 5 2·2	7·5	[illegible]

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
23	9ʰ21ᵐ17ˢ	− 1° 1′·9	6·2	*G*	44	10ʰ32ᵐ34ˢ	−26° 53′·9	5·3	*F*
24	9 22 40	− 8 13·5	*var*	*G*, α Hydrae	45	10 32 36	−12 51·9	*var*	*R*, *U* Hydr.
25	9 23 29	− 9 53·1	7·6	*OG*	46	10 37 15	13 15·7	7·0	—
26	9 24 36	−20 18·4	5·7	*OG*	47	10 44 41	−15 40·4	3·0	*R*
27	9 27 4	− 9 55·8	5·5	*OG*	48	10 46 46	−20 43·2	*var*	*RR*
28	9 29 33	− 5 28·2	6·7	*GR*	49	10 54 34	−15 48·9	6·5	*OR*
29	9 34 46	− 0 40·8	4·0	*G*	50	10 54 55	−17 46·0	4·4	*R*
30	9 34 54	−10 15·7	8·0	*RG*	51	11 1 9	−26 44·7	6·4	*F*
31	9 36 54	−10 2·8	7·2	*O*	52	11 27 36	−26 11·7	6·6	*R*
32	9 46 27	−22 32·9	6·6	*RR*	53	11 27 59	−30 32·0	5·8	*R*
33	9 50 10	−18 32·1	5·5	*R*	54	11 28 7	−31 18·2	3·7	*R*
34	9 58 46	− 9 5·3	6·3	*R*	55	11 36 45	−31 56·6	5·7	*R*
35	10 2 23	−16 36·6	5·3	*O*	56	11 46 39	−30 16·2	6·2	*R*
36	10 4 29	−12 52·3	6·8	*OG*	57	12 14 45	−26 10·7	7·0	*R*
37	10 5 44	−11 51·5	3·5	— —	58	12 38 41	−27 45·7	5·9	*R*
38	10 6 33	−18 27·6	7·0	*RG*	59	13 13 29	−22 38·3	8	*G*
39	10 13 8	−20 31·5	7·0	*RG*	60	13 24 15	−22 45·9	*var*	*RR*, *R* Hydrae
40	10 15 29	−22 35·9	7·5	*R*					
41	10 21 16	−16 19·2	4·0	*R*	61	13 43 24	−27 51·9	7·0	*RR*
42	10 24 53	−28 9·0	6·0	*R*	62	13 56 41	−26 11·9	8·6	*R*
43	10 32 30	−11 52·3	7·2	*R*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	+10°	0°	−10°	−20°	−30°	−35°	α	Δδ
8ʰ 0ᵐ	+33ˢ	+31ˢ	+29ˢ	+27ˢ	+25ˢ	+23ˢ	8ʰ 0ᵐ	−1′·6
8 30	+33	+31	+29	+27	+25	+24	8 30	−2·0
9 0	+33	+31	+29	+28	+26	+24	9 0	−2·3
9 30	+32	+31	+30	+28	+26	+25	9 30	−2·6
10 0	+32	+31	+30	+29	+27	+26	10 0	−2·9
10 30	+32	+31	+30	+29	+28	+27	10 30	−3·1
11 0	+32	+31	+30	+30	+29	+29	11 0	−3·2
11 30	+31	+31	+31	+30	+30	+30	11 30	−3·3
12 0	+31	+31	+31	+31	+31	+31	12 0	−3·4
12 30	+31	+31	+31	+32	+32	+32	12 30	−3·3
13 0	+30	+31	+32	+32	+33	+33	13 0	−3·2
13 30	+30	+31	+32	+33	+34	+35	13 30	−3·1
14 0	+30	+31	+32	+33	+35	+36	14 0	−2·9
14 30	+30	+31	+32	+34	+36	+37	14 30	−2·6
15 0	+29	+31	+33	+34	+36	+38	15 0	−2·3

Hydrus. (Die kleine Wasserschlange.) Ein schon bei BAYER vorkommendes, von BARTSCH eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel.

Die Grenzen in der Uranometria sind folgende:

Von 0ʰ 0ᵐ, − 75° 0′, Stundenkreis bis − 82° 30′, Parallel bis 3ʰ 30ᵐ, Stundenkreis bis − 75° 0′, Parallel bis 4ʰ 35ᵐ, Stundenkreis bis − 67° 30′, Parallel bis 2ʰ 10ᵐ, Stundenkreis bis − 58° 30′, Parallel bis 1ʰ 20ᵐ, Stundenkreis bis − 75° 0′, Parallel bis 0ʰ 0ᵐ.

In der Uranometria sind bei Hydrus angegeben: 1 Stern 2ter Grösse, 2 Sterne 3ter Grösse, 2 Sterne 4ter Grösse, 3 Sterne 5ter Grösse, 24 Sterne 6ter Grösse, dazu 1 Variabler, zusammen 33 vom blossen Auge wahrnehmbare Sterne.

Hydrus grenzt im Norden an Eridanus, Horologium, Reticulum, im Osten an Dorado und Mensa, im Süden an Octans, im Westen an Octans und Tucan.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
41	h 3353	8	0h 9m·3	−75° 15′	806	h 3483	9	2h 2m·3	−71° 44′
189	h 3374	9	0 28·3	−75 48	849	h 3489	8	2 8·7	−71 25
267	h 3392	11	0 38·4	−79 3	898	h 3496	9	2 15·1	−68 40
273	h 3393	11	0 39·3	−75 12	960	h 3508	9	2 27·9	−78 12
441	h 3420	9	1 6·0	−82 11	992	h 3517	8	2 32·0	−69 39
517	h 3435	7	1 21·5	−60 0	1018	h 3522	7	2 33·6	−76 19
550	h 3443	9	1 24·7	−80 24	1034	h 3528	11	2 37·6	−73 53
570	h 3446	8	1 30·4	−59 49	1052	h 3530	8	2 37·6	−81 11
604	h 3453	5	1 33·0	−79 0	1085	h 3559	6	2 48·7	−78 33
621	h 3454	10	1 35·4	−77 33	1121	h 3547	9	2 54·4	−69 32
654	h 3464	8	1 39·4	−76 45	1223	h 3568	7	3 10·7	−79 23
675	h 3467	6	1 41·7	−79 39	1264	h 3577	8	3 15·2	−82 12
676	h 3468	9	1 43·9	−64 14	1425	h 3603	9	3 44·1	−71 19
733	h 3474	6	1 50·4	−80 40	1445	h 3606	9	3 48·8	−71 6
736	h 3475	7	1 52·0	−60 47	1555	h 3631	9	4 7·8	−69 19
770	h 3479	8	1 57·5	−63 14	1689	h 3661	10	4 26·7	−67 30
795	h 3482	7	2 1·9	−65 38	1736	h 3676	8	4 33·5	−67 45
793	h 3481	9	2 2·2	−59 39					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
339	0h 54m·5	−75° 0′	*F, L, R, vgbM*	1466	3h 45m·0	−71° 59′	*pF, pS, iR, glbM, * 7 f*
602	1 27·3	−74 4	*B, S, R, psbM *, r*	1473	3 46·9	−68 31	*cF, pL, R, gvlbM*
643	1 33·3	−76 4	*vF, pS, R, vglbM*	1511	3 59·2	−67 55	*pB, pS, mE 121°, gbM*
646	1 34·2	−65 24	*vF, iR, vglbM*	1520	4 0·8	−77 6	*Cl, pL, lRi, st 9−10*
796	1 55·5	−74 43	*eF, vS, R, * np 25″*	1557	4 13·8	−70 40	*Cl, vlC,* etwa 20 zerstreute Sterne
802	1 56·7	−68 21	*eeF, vS, R, * 13 p*				
813	1 59·3	−68 56	*pF, S, R, gbM*	1629	4 30·7	−72 8	*vF, pL, R, glbM*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	0h 20m 14	−77° 49′·2	2·7	*F*	5	3h 5m 17	−72° 23′·1	7·8	*R*
2	2 13 17	−68 12·6	5·9	*F*	6	3 7 4	−69 39·0	6·5	*R*
3	2 19 56	−69 7·0	4·1	*R*	7	3 48 45	−74 32·8	3·2	*R*
4	2 51 0	−75 28·6	5·1	*R*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−60°	−70°	−75°	−80°	−82°	α	
$0^h\ 0^m$	+31ˢ	+31ˢ	+31ˢ	+31ˢ	+31ˢ	$0^h\ 0^m$	+3′·4
0 30	+28	+26	+24	+21	+19	0 30	+3·3
1 0	+25	+22	+18	+11	+ 6	1 0	+3·2
1 30	+22	+17	+12	+ 2	− 5	1 30	+3·1
2 0	+19	+13	+ 6	− 7	−17	2 0	+2·9
2 30	+17	+ 8	+ 1	−15	−27	2 30	+2·6
3 0	+15	+ 5	− 4	−23	−36	3 0	+2·3
3 30	+13	+ 2	− 9	−29	−44	3 30	+2·0
4 0	+11	− 1	−12	−35	−51	4 0	+1·6
4 30	+10	− 3	−15	−39	−57	4 30	+1·3

Indus. (Der Indianer.) Bei Bayer vorkommendes, von Bartsch eingeführtes Sternbild des südlichen Himmels.

Die Grenzen ergeben sich nach der Uranometrie folgendermaassen:

Von $20^h\ 20^m$, − 45° 30′, Parallel bis $21^h\ 20^m$, Stundenkreis bis − 50° 0′, Parallel bis $22^h\ 0^m$, Stundenkreis bis − 67° 30′, Parallel bis $23^h\ 20^m$, Stundenkreis bis − 75° 0′, Parallel bis $21^h\ 20^m$, Stundenkreis bis − 60° 0′, Parallel bis $20^h\ 20^m$ und Stundenkreis − 45° 30′.

Die Uranometrie giebt an: 1 Stern 3ter Grösse, 1 Stern 4ter Grösse, 5 Sterne 5ter Grösse, 33 Sterne 6ter Grösse, zusammen 40 Sterne, welche dem blossen Auge sichtbar sind.

Indus grenzt im Norden an Microscopium und Grus, im Osten an Grus und Tucan, im Süden an Octans, im Westen an Pavo und Telescopium.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8575	h 5204	8	$20^h\ 25^m{\cdot}2$	−45° 42′	9157	h 5287	10	$21^h\ 38^m{\cdot}4$	−74° 42′
8627	h 5209	3	20 30·6	−47 39	9202	h 5294	9	21 41·0	−60 40
8696	Δ 235	7	20 37·7	−50 52	9244	h 5297	11	21 47·3	−73 3
8790	h 5232	9	20 48·3	−56 18	9269	h 5300	8	21 49·2	−59 49
8845	h 5239	9	20 56·8	−55 43	9278	h 5302	8	21 49·8	−53 32
8859	h 5241	11	20 59·6	−55 53	9299	h 5209	9	21 51·6	−51 33
8864	h 5243	9	21 0·2	−57 26	9336	h 5312	10	21 56·2	−71 31
8888	h 5246	8	21 3·1	−54 59	9349	h 5313	11	21 57·8	−54 20
8891	h 5247	8	21 3·3	−49 16	9364	h 5316	8	21 59·7	−59 35
8967	h 5257	9	21 12·2	−51 7	9494	h 5325	9	22 15·5	−73 18
8974	h 5258	6	21 12·7	−53 52	9552	h 5336	10	22 22·7	−74 36
8977	h 5259	7	21 12·7	−47 29	9584	h 5339	9	22 26·5	−74 25
9047	Δ 237	6	21 22·1	−59 15	9809	h 5369	10	22 52·2	−72 50
9053	h 5270	7	21 22·9	−60 38	9844	h 5374	10	22 56·2	−73 50
9088	h 5276	11	21 28·4	−55 51	9853	h 5377	10	22 57·4	−68 1
9089	h 5277	10	21 28·4	−53 45	9852	h 5376	10	22 57·7	−71 56
9114	h 5281	9	21 32·6	−68 1	9863	h 5380	10	22 58·8	−68 0
9154	h 5286	9	21 36·3	−58 20	9948	h 5389	8	23 9·5	−67 43
9171	h 5290	9	21 37·6	−54 35					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6909	20ʰ 20ᵐ·6	−47° 21′	*pB, pL, gbM*, 2 *st* 10 *nr*	7049	21ʰ 12ᵐ·2	−48° 59′	*vB, pS, E, mbM*
6918	20 23·7	−47 49	*vF*, * 12 *att sp*	7064	21 22·0	−53 13	*eF, pL, vmE* 91°, * [illegible]
6935	20 31·0	−52 27	*pB, cL, R, glbM, r*	7083	21 27·9	−64 21	*pF, cL, vlE, vgpmbM, r*
6937	20 31·4	−52 30	*vF, cS, R, slbM*	7090	21 29·4	−55 0	*pB, pL, vmE* 127°, *g, pslbM*
6942	20 33·1	−54 39	*pB, pL, R, pslbM*				
6948	20 36·1	−53 43	*vF, pS, cE, lbM*	7096	21 33·5	−64 21	*vF, S, R, vS* ⁚ *sf*
6970	20 45·1	−49 9	*pB, S, lE, gbM*	7106	21 35·8	−53 10	*eF, cS, lE, vgbM*
6982	20 50·0	−52 15	*vF, S, E*	7098	21 36·1	−75 34	*vF, R, g, psmbM, am st*
6984	20 50·7	−52 15	*F, pL, vlE, vgbM*	7124	21 41·4	−51 2	*pB, L, pmE, vgbM*
6987	20 51·1	−49 1	*pF, S, vlE, gpmbM, B** *p*	7125	21 41·9	−61 10	*eF, pL, R*
6990	20 52·5	−55 57	*eeF, vS, vmE* 0°, * 13 *att n*	7126	21 42·0	−61 4	*pB, pS, lE, gbM*
7002	20 56·7	−49 26	*eF, cS, R, bM*	7123	21 42·2	−70 48	*pB, S, R, vgbM*, * 9 *f*
7004	20 57·0	−49 31	*eF, R, lbM*, * 11 *f*	7140	21 45·3	−57 1	*pF, cS, R, bM*
7007	20 58·3	−52 57	*pB, S, R, psbM, am st*	7141	21 45·3	−56 3	*F, L, R, gpmbM* (= 7140 ?)
7012	21 0·0	−45 13	*F, pL, E, vgvlbM*, * *p*				
7014	21 1·0	−47 35	*pF, S, R, bM*, 2 *st* 12 *n*	7151	21 48·4	−51 8	*vF, pL, lE, vgbM, r*
7022	21 2·5	−49 43	*eeF, S, R, B* ⁚• *sf*	7168	21 55·6	−52 14	*pB, C, R, psbM*
7029	21 4·9	−49 42	*B, cS, R, pgmbM*	7179	21 57·4	−64 32	*eF, pS, vgbM*
7038	21 8·4	−47 38	*pB, pL, lE, gbM*	7216	22 4·7	−69 9	*pF, S, R, gbM*
7041	21 9·7	−48 47	*B, cS, cE, psmbM*, * 10 *f*	7633	23 17·0	−68 13	*F, vS, E* 90°, *psbM*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
S Indi . .	20ʰ 48ᵐ 59ˢ	−54° 42′·3	8·4	< 12·4	
R „ . .	22 28 53	−67 48·3	9 ?	11 ?	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	20ʰ 30ᵐ 33ˢ	−47° 38′·5	3·1	*F*	5	21ʰ 53ᵐ 32ˢ	−57° 10′·1	5·2	*F*
2	20 57 52	−55 7·5	5·8	*F*	6	21 58 50	−60 7·2	6·0	*R*
3	21 13 35	−45 26·8	6·0	*R*	7	22 15 55	−72 44·2	5·7	*F*
4	21 14 27	−50 21·6	6·4	*R*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−45°	−55°	−65°	−70°	−75°	α	Δδ
20ʰ 0ᵐ	+43ˢ	+48ˢ	+56ˢ	+63ˢ	+74ˢ	20ʰ 0ᵐ	+1′·6
20 30	+42	+46	+54	+60	+71	20 30	[illegible]
21 0	+40	+44	+51	+57	+66	21 0	+2·3
21 30	+39	+43	+48	+53	+61	21 30	+2·6

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

α \ δ	−45°	−55°	−65°	−70°	−75°	α	
	$\Delta\alpha$ in Secunden					$\Delta\delta$ in Minuten	
$22^h\ 0^m$	$+38^s$	$+41^s$	$+45^s$	$+49^s$	$+56^s$	$22^h\ 0^m$	+2·9
22 30	+36	+38	+42	+45	+50	22 30	+3·1
23 0	+34	+36	+38	+40	+44	23 0	+3·2
23 30	+33	+33	+35	+36	+38	23 30	+3·3

Lacerta. (Die Eidechse.) Sternbild des nördlichen Himmels, von Hevel eingeführt.

Die Grenzen wurden wie folgt angenommen:

Von $21^h\ 44^m$, $+35°$, Stundenkreis bis $+40°$, Parallel bis $21^h\ 56^m$, Stundenkreis bis $+56°$, Parallel bis $22^h\ 54^m$, Stundenkreis bis $+35°$ und Parallel bis $21^h\ 44^m$.

Heis sieht mit blossem Auge: 1 Stern 4ter Grösse, 12 Sterne 5ter Grösse, 35 Sterne 6ter Grösse, im Ganzen also 48 Sterne.

Lacerta grenzt im Norden an Cepheus, im Osten an Andromeda und Cassiopea, im Süden an Pegasus, im Westen an Cygnus.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9301	h 1703	10	$21^h\ 50^m{\cdot}0$	+39° 25′	9475	Σ 2882	9	$22^h\ 9^m{\cdot}4$	+37° 15′
9361	Σ 2852	8·9	21 57·0	+53 41	9471	h 1746	5·6	22 9·6	+39 14
9365	h 1715	11	21 57·7	+44 47	—	β 991	8·0	22 9·8	+52 4
9369	h 1716	12	21 57·8	+50 45	9476	OΣ^2 230	7	22 9·9	+40 0
—	β 694	6·0	21 57·9	+44 0	9485	Σ 2886	7	22 10·7	+48 52
9374	h 1718	10	21 58·2	+54 37	9490	Σ 2890	8·9	22 11·2	+49 23
9375	h 1719	11	21 58·3	+54 37	—	β 377	8·0	22 12·1	+54 10
9372	h 1717	9·10	21 58·6	+39 5	9495	Σ 2891	8	22 12·4	+47 29
9398	h 1724	9·10	22 0·9	+50 55	9506	Σ 2894	6	22 14·5	+37 16
9396	h 1723	9	22 1·1	+44 35	9514	h 1751	10	22 15·1	+55 37
9400	h 1725	11	22 1·3	+46 0	9519	Σ 2896	7·8	22 15·2	+52 43
9406	OΣ 462	7·8	22 2·6	+35 36	9520	h 1753	11	22 16·2	+44 44
9411	h 3093	10	22 3·0	+53 16	—	β 379	8·5	22 16·7	+53 19
9413	h 1731	10	22 3·4	+41 23	9525	h 1755	5·6	22 16·9	+46 2
9412	Σ' 2668	8·9	22 3·5	+37 8	9529	h 1756	9	22 17·5	+40 10
9417	h 1732	10	22 3·6	+49 55	9533	h 1757	10	22 17·7	+50 42
9419	σ 741	—	22 3·6	+52 49	9544	h 1759	11	22 18·9	+38 42
9414	Σ 2866	8·9	22 3·8	+40 9	9551	h 1762	9·10	22 19·3	+47 54
9426	h 1733	9·10	22 4·8	+32 41	9549	Σ 2902	7	22 19·4	+44 9
9430	h 1734	10	22 5·0	+40 11	9556	Σ' 2710	4·5	22 19·6	+51 44
9433	h 1735	7·8	22 5·1	+45 21	9564	h 1765	10·11	22 21·4	+42 46
9435	h 1737	10	22 5·2	+47 5	—	β 700	8	22 22·4	+49 11
—	β 375	8·0	22 5·2	+50 17	9573	h 1766	10	22 22·5	+49 47
9436	h 1738	10	22 5·3	+45 58	9574	h 1767	10·11	22 22·5	+55 4
9449	OΣ 464	7·8	22 6·9	+39 40	—	β 380	8·0	22 22·8	+49 12
9455	Σ 2876	8	22 7·6	+37 10	9578	OΣ^2 234	7·8	22 22·9	+49 12
9461	OΣ 465	8	22 8·0	+49 43	9582	h 1768	9	22 23·3	+47 18

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9588	*h* 1770	11	22h 24m·1	+35° 2′	—	β 277	8·5	22h 35m·1	+40° 51′
9594	*h* 1772	10·11	22 24·3	+45 38	9690	*h* 1797	10	22 35·4	+49 36
9590	*h* 965	9·10	22 24·5	+36 0	9705	*Hh* 772	—	22 37·0	+38 42
9604	*O*Σ 472	7	22 25·9	+51 55	—	β 176	9	22 37·0	+39 3
9603	*h* 1774	11	22 26·1	+36 35	9714	*h* 3138	10·11	22 38·4	+54 5
9612	Σ 2917	8	22 26·6	+53 1	9715	*O*Σ 476	6	22 38·4	+46 37
9611	*h* 1777	9	22 26·7	+47 55	9720	*O*Σ 477	7	22 39·2	+45 28
9613	Σ 2916	8·9	22 26·9	+40 42	9725	*h* 1803	6	22 39·6	+41 18
9617	Σ 2918	8	22 27·1	+50 21	9729	*h* 1805	11	22 40·5	+46 28
9616	Σ′ 2726	4	22 27·2	+49 46	9730	*h* 1806	9·10	22 40·7	+44 17
—	β 703	4	22 27·2	+49 46	9736	Σ 2942	8	22 41·5	+38 36
—	β 705	7·0	22 29·2	+40 18	9744	*h* 1808	10	22 42·0	+48 32
—	β 707	8·0	22 29·6	+38 49	9745	Σ′ 2754	8·0	22 42·4	+38 53
9635	*h* 1786	8·9	22 29·9	+41 16	9754	*h* 1812	10	22 43·5	+47 0
9637	*h* 1787	11	22 29·9	+48 0	9756	*h* 1813	10	22 44·0	+41 4
9641	*h* 1788	10	22 30·5	+41 4	9763	*h* 1814	9·10	22 45·0	+45 7
9647	*h* 3124	9·10	22 30·9	+52 28	9760	Σ 2946	8	22 45·1	+39 [illegible]
9649	*h* 1789	10	22 31·1	+54 33	9764	*h* 1815	11	22 45·1	+44 55
9648	Σ 2922	6	22 31·4	+39 6	9766	*h* 1816	9·10	22 45·5	+45 48
9651	*O*Σ 474	6	22 31·6	+35 5	9773	*h* 1820	11	22 46·3	+51 [illegible]
9667	Σ 2926	8·9	22 33·0	+38 24	9774	*h* 3146	9·10	22 46·3	+52 35
9669	*h* 3127	10	22 33·1	+53 44	9782	*h* 1822	9·10	22 47·2	+40 48
9676	*h* 1794	9·10	22 34·0	+46 29	9784	*h* 1823	8	22 47·3	+40 47
9675	*h* 1793	10·11	22 34·0	+46 32	9787	*h* 3150	9·10	22 47·6	+52 [illegible]
9677	*h* 1795	10	22 34·1	+46 55	9789	Σ 2951	8·9	22 47·7	+52 52
9678	*O*Σ 475	7	22 34·4	+36 52	9795	*h* 1827	10·11	22 48·8	+51 35
9682	Σ′ 2739	4·7	22 34·8	+38 32	9798	β 382	6·0	22 49·2	+44 13
9684	*h* 968	9·10	22 35·0	+36 37	9823	Σ 2960	6	22 51·8	+41 4

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7175	21h 55m·3	+54° 21′	*Cl, vL, pRi, lC*	7263	22h 17m·3	+35° 51′	*F, S, R*
7197	21 58·8	+40 34	*F, cS, cE, vglbM, er*	7264	22 17·8	+35 53	*vF, pS, mE*
7209	22 1·8	+46 0	*Cl, L, cRi, pC, st* 9 . . . 12	7265	22 18·0	+35 43	*F, vS, R,* [illegible]
7223	22 5·9	+40 31	*eF, pS, lE, r, am* 3 *st*	7273	22 19·7	+35 42	*F, vS, R,* [illegible]
1434′	22 6·8	+52 20	*!!Cl*,6 Zweige,*st*12—15	7274	22 19·7	+35 37	*pF, vS, mbM*
7226	22 6·9	+54 55	*pB, L*, im Sternhaufen	7276	22 19·8	+35 35	*vF, vS, mbM*
7227	22 7·2	+38 14	*vF, vS, R, lbM*	7282	22 21·6	+39 48	*eF, pL,* [illegible] 3 *st*
7228	22 7·5	+38 12	*F, vS, R, lbM*	7295	22 23·9	+52 19	*Cl, P, lC, st* 12 . . . 17
7231	22 8·3	+44 51	*cF, S, er*	7296	22 24·2	+51 47	*Cl, iR, lC, st* [illegible]
1441′	22 10·9	+36 48	*eF, S, S stell N*	7330	22 32·5	+38 2	*pB, S, iF, bM*
7240	22 11·0	+36 47	*eF, eS*, * *att n*	7342	22 33·7	+34 59	*eF, vS*
7242	22 11·3	+36 48	*vF, S, lbM*	7345	22 34·2	+35 1	*eF, vS*
7243	22 11·3	+49 23	*Cl, L, P, lC, st vL*	7379	22 43·0	+39 42	*eF, S, R, bM*
7245	22 11·5	+53 50	*Cl, C, st eS*	7394	22 46·3	+51 39	*Cl,* [illegible]
7248	22 12·7	+40 2	*vF, vS, mbM*	7395	22 46·4	+36 33	*eF, vS, E, bM*
1442′	22 12·7	+53 33	*Cl* von *neb st*	7426	22 51·3	+35 50	*vF, vS, R,* [illegible]
7250	22 14·2	+40 4	*vF, S, mE* 165° ±				

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
S Lacertae .	22h 24m 38s	+39° 48′·2	7·6—8·2	< 12	1891 Juli 16 + 233d *E*
R „ .	22 38 50	+41 50·9	8·3—9·3	< 13·5	1883 Febr. 15 + 299d·8 *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	22h 8m 23s	+34° 6′·7	5·8	*G*	10	22h 35m 51s	+55° 38′·1	8·9	*OR*
2	22 9 36	+39 13·0	4·9	*WG*	11	22 36 8	+43 44·6	4·8	*G*
3	22 11 37	+37 14·6	4·8	*O*	12	22 44 36	+54 35·9	8·5	*R*
4	22 19 22	+55 27·5	7·2	*OR*	13	22 45 26	+40 30·0	9·1	*R*
5	22 19 38	+51 43·6	4·7	*G*	14	22 47 32	+42 45·0	5·0	*G*
6	22 24 45	+55 29·0	9·5	*R*	15	22 48 28	+55 59·4	7·7	*OR*
7	22 29 11	+40 18·2	6·7	*RG*	16	22 52 4	+49 12·1	4·6	*WG*
8	22 34 55	+55 55·8	8·9	*OR*	17	22 53 37	+55 31·0	9·2	*OR*
9	22 35 40	+40 9·0	7·2	*OR*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.
Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	+35°	+45°	+55°	α	
21h 30m	+25s	+23s	+19s	21h 30m	+2′·6
22 0	+26	+24	+21	22 0	+2·9
22 30	+27	+26	+24	22 30	+3·1
23 0	+29	+28	+26	23 0	+3·2

Leo major. (Der grosse Löwe.) Sternbild des Ptolemäi'schen Thierkreises, beinahe ganz am nördlichen Himmel. Zwischen den Sternen γ und ε dieses Bildes liegt der Radiationspunkt des berühmten Sternschnuppenschwarmes der Leoniden. α Leonis, Regulus, ist beiläufig einer der wenigen Sterne 1ter Grösse, welche zu Zeiten vom Mond bedeckt werden; er liegt sehr nahe in der Ekliptik.

Die Grenzen sind folgende:

Von 9h 12m, + 8°, Stundenkreis bis + 33°, Parallel bis 10h 12m, Stundenkreis bis + 23°, Parallel bis 10h 56m, Stundenkreis bis + 30°, Parallel bis 12h 0m, Stundenkreis bis + 11°, Parallel bis 11h 32m, Stundenkreis bis — 4°, Parallel bis 10h 46m, Stundenkreis bis + 8° und Parallel bis 9h 12m.

Die folgende Zahl von Sternen sind nach Heis dem blossen Auge erkennbar: 1 Stern 1ter Grösse, 2 Sterne 2ter Grösse, 5 Sterne 3ter Grösse, 8 Sterne 4ter Grösse, 20 Sterne 5ter Grösse, 124 Sterne 6ter Grösse, ausserdem 1 Variabler, zusammen 161.

Leo grenzt im Norden an Leo minor und Ursa major, im Osten an Coma Berenices und Virgo, im Süden an Crater und Sextans, im Westen an Cancer.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4087	Σ 1334	4	9h 12m·6	+26° 14′	4305	Σ 1389	8	9h 46m·7	+27° [illegible]
4101	Σ 1338	7	9 14·7	+28 37	4324	h 144	11	9 49·7	+10 42
4121	h 462	10	9 16·9	+30 34	4323	h 471	9	9 49·9	+31 10
4124	h 463	10	9 17·3	+30 40	4325	h 2511	12	9 50·0	+22 [illegible]
4128	OΣ 201	7	9 18·0	+28 19	4327	Σ 1395	8	9 50·1	+10 35
—	β 1070	9·1	9 18·4	+26 41	4326	Σ 1392	8·9	9 50·3	+29 34
—	β 105	5	9 18·8	+26 36	4334	Σ 1396	8	9 51·0	+11 [illegible]
4133	OΣ 202	7	9 19·2	+29 58	4332	Σ 1397	8·9	9 51·1	+25 31
4138	h 134	11	9 19·3	+12 3	4335	h 2512	12	9 51·2	+14 13
4144	h 135	13	9 19·8	+15 53	4337	Σ 1399	7	9 51·6	+21 14
4143	h 813	8	9 19·9	+27 6	4341	h 824	10	9 52·3	+9 [illegible]
4147	h 136	12	9 20·6	+13 59	4346	Hh 343	—	9 54·3	+11 [illegible]
4159	Σ 1354	8	9 22·1	+10 21	4367	h 472	10	9 57·2	+27 [illegible]
4157	Σ 1353	8·9	9 22·1	+16 12	4373	Σ 1403	9	9 57·6	+8 11
4161	h 464	11	9 22·1	+18 0	4381	h 2519	10	9 58·7	+11 45
4165	Σ 1356	6	9 23·1	+9 30	4383	h 4279	11	9 59·0	+15 50
4166	σ 343	—	9 23·2	+8 37	4386	OΣ 211	7	9 59·8	+31 17
4182	Σ 1360	7·8	9 25·2	+11 3	4387	Σ 1406	8	9 59·9	+31 [illegible]
4179	h 465	9	9 25·4	+25 3	4391	h 473	10	10 0·0	+19 [illegible]
4185	h 138	10	9 25·8	+11 3	4393	h 474	10	10 0·4	+29 [illegible]
4186	Σ 1364	7·8	9 26·1	+20 27	4396	h 828	10	10 0·7	+27 [illegible]
4191	Σ 1133	6·7	9 26·6	+10 10	4400	h 151	12	10 0·8	+10 12
4194	Hh 336	—	9 27·5	+28 49	4411	Σ 1179	1·5	10 3·1	+12 [illegible]
4199	h 467	10	9 28·0	+26 48	4410	h 475	6	10 3·1	+32 [illegible]
4205	h 816	9	9 29·1	+10 36	4412	Σ 1411	8·9	10 3·4	+32 [illegible]
4207	OΣ² 102	7	9 29·7	+14 32	4413	h 2520	8	10 3·5	+22 17
4211	Σ 1140	6·9	9 30·4	+14 50	4423	h 476	8	10 6·5	+29 [illegible]
4214	h 2500	14	9 30·9	+14 26	4425	Σ 1413	8·9	10 6·9	+16 [illegible]
4216	h 468	11	9 31·3	+19 42	4429	OΣ 213	7	10 7·5	+27 [illegible]
4220	Σ 1372	8	9 31·6	+16 41	4436	h 477	10	10 8·4	+25 [illegible]
4228	OΣ 204	6	9 33·4	+11 13	4440	h 4296	9	10 9·3	+17 [illegible]
4234	h 819	10	9 35·5	+28 4	4441	h 1417	8·9	10 9·7	+15 [illegible]
4238	Hh 341	—	9 35·8	+10 21	4445	h 155	11	10 10·2	+14 [illegible]
4241	OΣ 206	7	9 36·8	+17 32	4448	h 156	10	10 10·8	+12 [illegible]
4244	h 2502	9	9 36·9	+18 41	4449	OΣ 215	6·7	10 10·8	+18 [illegible]
4247	h 2504	9	9 37·6	+14 34	4452	h 478	12	10 11·3	[illegible]
4248	h 2505	10	9 38·0	+13 28	4456	Σ 1419	8·9	10 11·7	[illegible]
4250	Σ 3122	—	9 38·2	+9 26	4453	OΣ 523	6·5	10 11·8	[illegible]
4251	S.C.C.366	—	9 38·3	+14 29	4467	Σ 1423	8·9	10 13·7	[illegible]
4256	h 469	7	9 38·9	+19 20	4469	Σ 1424	3	10 14·4	+20 [illegible]
4259	h 470	9	9 39·0	+20 8	4471	h 158	9	10 14·5	+15 [illegible]
4264	Σ 1379	8	9 40·0	+9 21	4476	h 159	8	10 15·1	+11 [illegible]
4268	h 142	10	9 41·0	+16 1	4486	OΣ 216	7	10 17·4	+18 [illegible]
4288	Σ 1383	8·9	9 43·8	+32 6	—	β 594	6·0	10 17·4	+15 [illegible]
4291	OΣ 207	7	9 44·4	+17 19	4494	h 2529	10·11	10 18·4	[illegible]
4293	Σ 1384	8	9 44·5	+16 48	4508	Σ 1431	8	10 20·3	+9 [illegible]
4294	Σ 1385	8·9	9 44·5	+17 2	4513	OΣ 217	7	10 21·5	+17 44
4300	OΣ² 103	7	9 45·4	+19 48	4515	h 161	12	10 21·6	+11 [illegible]
4307	Σ 1390	8	9 46·7	+16 56	4516	Σ 1434	8·9	10 21·8	[illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4520	*h* 832	6	10h 22m·4	+10° 17′
4521	Σ 1435	9	10 22·5	+20 21
4530	Σ 1438	8·9	10 23·8	+13 41
4531	OΣ 220	7	10 23·9	+10 40
4536	Σ 1439	8	10 24·6	+21 19
4537	*h* 162	9	10 24·8	+15 9
4545	Σ 1442	7·8	10 26·5	+22 34
4561	Σ 1446	8·9	10 28·2	+15 44
4565	OΣ 221	7	10 28·5	+22 33
4569	Σ 1448	7	10 28·9	+22 7
4572	*h* 485	11	10 29·5	+20 1
4575	Σ 1450	6	10 29·8	+ 9 11
4583	*h* 165	8	10 30·8	+12 8
4612	OΣ 224	7	10 34·5	+ 9 21
4616	*h* 166	11	10 34·9	+12 32
4618	*h* 167	9	10 35·2	+12 34
4626	OΣ 227	7·8	10 36·4	+11 15
4642	Σ 1468	8·9	10 39·2	+21 14
4669	Σ 1472	8	10 41·7	+13 30
4670	Σ′ 1241	8·0	10 41·7	+13 34
4680	*h* 837	8·9	10 42·6	+ 8 4
—	β 596	6·5	10 44·1	+17 41
4692	Σ 1477	8·9	10 44·4	+13 28
4710	*h* 1180	11	10 48·2	+ 4 26
4708	*h* 2547	9·10	10 48·2	+13 58
4715	*h* 2547	9·10	10 48···	+12 11
4717	OΣ 230	7·8	10 49·2	+21 18
4718	σ 370	—	10 49·3	− 1 4[illegible]
—	β 1076	5·8	10 50·5	+ 1 17
4729	*Mäd. Dorp. XI.* (6)	—	10 51·0	− 1 33
4730	Σ′ 1251	8·7	10 51·0	+ 0 58
4731	Σ 1489	8	10 51·3	+18 12
4732	Σ 1490	8	10 51·4	+18 11
4733	*Mäd. Dorp. XI.* (7)	—	10 51·4	− 1 35
4740	*h* 2551	10	10 52·0	+13 46
4738	Σ 1492	7	10 52·2	+ 1 22
4745	Σ 1496	8	10 53·9	+13 49
4754	Σ 1500	7	10 54·9	− 2 56
—	β 598	5·5	10 55·6	+ 6 39
4762	*h* 1182	8	10 55·9	+ 0 35
4763	*h* 492	10	10 56·2	+18 44
4766	Σ 1502	8·9	10 56·8	+15 10
4769	Σ 1503	8·9	10 56·8	+10 27
4771	*h* 2553	—	10 57·0	+ 7 58
4772	*h* 172	10	10 57·0	+10 17
4777	*h* 173	7	10 57·4	− 2 57
4776	*h* 2555	10·11	10 57·7	+29 7
4780	σ 374	—	10 58·7	+29 25
4782	Σ 1504	7·8	10h 58m·8	+ 4° 11′
4785	*h* 174	6	10 59·1	+ 3 11
4787	Σ 1506	8	10 59·6	− 3 40
4791	Σ 1507	9	11 0·9	+ 7 34
4800	Σ 1511	8·9	11 2·0	+11 37
4801	*h* 2558	7·8	11 2·2	+21 41
—	β 599	5·5	11 2·9	+ 2 24
4811	*h* 839	7·8	11 3·0	+ 7 7
4813	*Hh* 360	—	11 3·2	+ 3 43
4816	*h* 176	10	11 4·1	+11 37
4817	*h* 177	—	11 4·2	− 2 53
4828	Σ 3067	8·9	11 5·9	− 5 48
4734	Σ 1517	7·8	11 8·4	+20 40
4736	Σ 1518	10	11 9·0	+ 5 47
4841	*h* 178	11	11 9·3	− 1 52
4838	Σ′ 1290	8·0	11 9·5	+ 5 48
4844	*h* 5483	10	11 9·7	+10 46
4846	Σ 1521	7	11 10·0	+28 7
4852	Σ 1522	9	11 11·0	+ 2 8
4854	*h* 2565	10	11 11·3	+ 8 9
4855	*Hh* 364	4·6	11 11·6	− 3 6
4865	Σ 1527	7	11 13·4	+14 48
4863	Σ 1526	8·9	11 13·5	+ 3 32
4867	*h* 179	12	11 13·9	+12 2
4869	Σ 1529	7	11 14·3	− 1 6
4868	Σ 1528	8·9	11 14·3	+10 29
4875	*h* 2566	9	11 15·3	+ 6 3
4874	Σ 1531	8·9	11 15·4	+23 26
4877	Σ′ 1303	8·0	11 15·6	+ 3 25
—	β 791	8·3	11 15·9	+ 7 37
4880	Σ 1532	4	11 16·0	+ 6 35
4883	*h* 2569	11	11 16·2	+ 6 53
4885	Σ 1534	8	11 16·6	+18 44
4887	Σ 3069	8·9	11 16·9	− 1 10
4891	Σ 1535	8·9	11 17·8	+ 1 26
4896	Σ 1536	4	11 18·7	+11 5
4898	*h* 180	9	11 19·1	+14 44
4899	Σ 1537	7	11 19·2	+21 10
4901	Σ 3070	8·9	11 19·6	− 3 50
4905	Σ′ 1310	6·0	11 20·4	+17 0
4906	*h* 497	9	11 20·5	+27 47
4907	Σ 1538	7·8	11 20·7	+ 4 25
4908	*h* 1189	10	11 20·8	+ 4 30
4911	Σ 1540	6	11 21·7	+ 3 33
4919	OΣ′ 110	4	11 22·8	+ 3 24
4922	Σ 3071	8·9	11 23·2	− 1 23
4927	*h* 2572	9·10	11 24·3	+12 12
4931	*h* 2573	10	11 24·8	− 4 24
—	β 340	8·0	11 24·8	+ 3 45
4948	Σ 1547	7	11 26·6	+14 56

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4946	Σ'1321	7·7	11h 26m·6	+24° 52'
4951	Σ 1548	8	11 27·0	− 2 59
4952	*h* 5484	12	11 27·2	+ 8 0
4953	Σ 1549	8·9	11 27·4	+24 53
4957	*h* 2575	13	11 28·4	+29 46
4962	*h* 2576	11	11 28·4	+22 58
4968	*h* 2577	9	11 29·2	+29 19
4969	*h* 2578	10	11 29·3	+29 18
4970	Σ 1552	6	11 29·5	+17 21
4972	*h* 503	7	11 30·0	+28 20
4974	*h* 182	18	11 30·1	+12 1
4977	Σ 1554	8·9	11 30·9	+13 35
4978	Σ 1555	6	11 31·0	+28 20
4979	*h* 2579	10	11 31·4	+29 56
4983	*h* 1191	11	11 31·5	+ 4 10
4984	Σ 1556	9	11 31·5	+12 42
4982	Σ' 1332	8·0	11 31·5	+12 44
4981	Σ 1558	8·9	11 31·5	+22 2
4986	Σ 1557	4·5	11 31·8	+22 2
4994	*h* 183	—	11 32·9	+13 30
5006	Σ 1565	7	11 34·4	+19 33
5005	Σ 1564	8·9	11 34·4	+27 28
5015	Σ 1566	8	11 35·4	+21 36
5024	*h* 2581	11	11 36·4	+22 53
5032	*h* 509	10	11 38·5	+24 57
—	β 917	8·0	11h 38m·5	+11° 15'
5033	*h* 2583	9	11 38·6	+14 7
5037	OΣ 239	6·7	11 39·0	+25 46
5039	*h* 4469	9	11 39·3	+15 10
5040	*h* 1195	11	11 39·6	+13 3
—	β 602	8·5	11 41·7	+15 [illegible]
5052	*Sh* 130	—	11 41·9	+20 37
5057	*Hh* 381	4·3	11 42·8	+20 47
—	β 603	7·0	11 43·5	+14 50
5066	Σ' 1350	2	11 44·0	+15 8
—	β 604	2·0	11 44·0	+15 8
5075	*h* 1201	6·7	11 45·8	+12 49
5078	*h* 191	10	11 46·1	+12 32
5082	*h* 3335	10·11	11 46·8	+14 35
5083	*h* 511	7·8	11 46·9	+19 25
5088	Σ' 1354	10·0	11 47·6	+16 0
5091	Σ 1577	8·9	11 48·2	+20 55
5099	OΣ' 112	7·8	11 49·6	+19 59
5103	*h* 193	11	11 50·2	+11 34
5105	*Hh* 386	5·6	11 50·5	+16 17
5108	Σ 1582	7·8	11 50·9	+22 33
5129	*h* 513	8	11 55·0	+26 36
5137	*h* 197	12	11 55·7	+12 19
5147	*h* 515	9·10	11 57·8	+27 34

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
536'	9h 18m·9	+25° 33'	*F, S, R, lbM*
2862	9 19·1	+27 12	*F, S, E, bM*
2871	9 20·3	+11 53	*eF (?)*
2872	9 20·3	+11 52	*pF, pS, R, bM*
2873	9 20·4	+11 53	*vF, vS, R*
2874	9 20·4	+11 51	*vF, pL, mE*
2875	9 20·4	+11 52	*eF (?)*
2882	9 21·3	+ 8 24	*F, pL, E*
538'	9 21·6	+23 27	* 13 in *vF neb* (=2885?)
2885	9 22·0	+23 27	*eF, vS, E* 90°
2894	9 24·2	+ 8 10	*vF, E, er,* 2—3 *st inv*
2893	9 24·4	+30 0	*vF, S, R, vsbM* * 12
2896	9 24·5	+24 6	*F, vS, R,* * 17 *att*
540'	9 24·9	+ 8 20	*F, S, dif*
2901	9 26·4	+31 34	—
2903	9 26·5	+21 56	*cB, vL, E, gmbM, r*
2905	9 26·5	+21 58	*vF, cL, R, psbM, r*
2906	9 26·8	+ 8 52	*F, pS, lE, gbM*
2911	9h 28m·4	+10° 36'	*F, pL, R, gbM*
2912	9 28·5	+10 38	*eF*
2913	9 28·6	+ 9 56	*vF, pL, iR*
2914	9 28·7	+10 33	*vF, S, R, bMN*
2916	9 29·3	+22 9	*F, S, vlE*
2918	9 29·8	+32 9	*vF, cS, R, sbMN*
2919	9 29·8	+10 44	*F, pS*
544'	9 30·2	+25 20	*vF, dif,* [illegible]
545'	9 30·4	+25 24	*F, Epf, F * f*
2923	9 30·5	+17 14	*vF*
2927	9 31·6	+24 2	*F, pL, R, bM*
2928	9 31·6	+17 26	*vF, S, R, bM*
2929	9 31·8	+23 37	*eF, vS, lE, vsbM*
2930	9 31·8	+32 39	*eF, S*
2931	9 32·0	+23 41	*eF, vS*
2933	9 32·4	+17 27	*F, vS, iE*
2934	9 32·4	+17 29	*eF*
2939	9 32·8	+ 9 58	*vF, S, vlE, bM*

Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2940	9^h $32^m\cdot8$	+10° 3'	*vF, S*
2941	9 32·9	+17 30	*eF, vS, lE*
2943	9 33·0	+17 27	*F, S, iR, bM*
548'	9 33·0	+ 9 54	*F, vS, lbM*
2944	9 33·3	+32 46	*F, vS, lbM*
2946	9 33·5	+17 29	*vF, S, E*
2949	9 34·4	+17 14	*vF*, doppelt ?
2953	9 34·8	+15 17	*eeF*, vermuthet
2954	9 34·9	+15 23	*vF, S, R*
2958	9 35·3	+12 21	*vF, pS, R, vlbM*
551'	9 35·7	+ 7 23	*F, vS, R, N* = 13 *m*
552'	9 35·9	+11 6	*F, vS, stell N* = 14 *m*
554'	9 36·4	+12 53	*eeF, eS, alm stell*
555'	9 36·5	+12 45	*pB, vS, R, bM*
2964	9 37·0	+32 18	*B, vL, lE, vgbM*
2968	9 37·3	+32 23	*pB, pL, lE, vglbM*
2970	9 37·6	+32 26	*F*
556'	9 38·3	+11 31	*F, vS, R, N* = 14 *m*
557'	9 38·7	+11 27	*F, vS, R, vlbM*
2981	9 39·0	+31 35	*vF*
558'	9 39·1	+29 55	*F, R, bM*
559'	9 39·4	+10 4	*F, pS, R, dif*
2984	9 39·5	+11 29	*eF, vS, R, bM (S ?)*
2988	9 41·1	+22 28	*eF*
2991	9 41·2	+22 28	*F, vS, bM*
2994	9 41·6	+22 33	*F, S, R, bM*
565'	9 42·4	+16 19	*F, S, dif*
3011	9 43·6	+32 40	*eeF, eS, stell*
3016	9 44·4	+13 10	*vF, S, R*
3019	9 44·7	+13 10	*eF*
3020	9 44·7	+13 17	*eF, pS, lE* 0°, *r*
3024	9 45·1	+13 13	*eF, pL, E, r*
567'	9 45·1	+13 17	*vF*, vermuthet
3026	9 45·3	+29 0	*eeF, pS, lE, v diffic*
568'	9 45·7	+16 12	*F, pL, Epf, gbM*
569'	9 46·1	+11 24	*vF, dif, vlbM*
3032	9 46·3	+29 42	*F, S, sbM* * 12, *bet* 2 *B st*
570'	9 46·4	+16 14	*pF, S, R, gbM*
571'	9 47·1	+16 15	*pB, S, R, N* = 12·5
572'	9 47·1	+16 18	*F, S, R, gbM*
3040	9 47·5	+19 54	*vF, vS, bM, r*
041	9 47·6	+17 9	⊕, *F, L, R, vglbM, rr*, 2 *B st sp*
048	9 49·5	+16 56	*eF*
049	9 49·5	+ 9 45	*vF, vS, F* * *v nr*
576'	9 49·7	+11 31	*vF, vS, R*
053	9 50·1	+16 55	*vF, S, vlE, gbM*
577'	9 50·7	+10 59	*F, vS, iF, F* * *n*
060	9 50·9	+17 19	*vF, cS, vlE, er*
578'	9 50·9	+10 58	*F, vS, R, lbM*

Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3067	9^h $52^m\cdot5$	+32° 51'	*pB, pL, E* 106°, *gbM*, * 9, 74°, 4'
580'	9 52·6	+10 55	*pF, vS, iF*
3069	9 52·7	+10 54	*vF, vS*
581'	9 52·7	+16 26	*pB, S, dif, N* = 13 *inv*
3070	9 52·8	+10 50	*pB, pS, R, gmbMN, am* 3 *st*
3068	9 52·9	+29 27	*eeF, eS, stell (?)*
3071	9 53·1	+32 6	*Neb* * 13 *m*
582'	9 53·5	+18 17	*pB, S, iF, gbM*
3075	9 53·5	+14 55	*vvF*, * 14 *att*, * 11 *f*
583'	9 53·6	+18 17	*F, vS, gbM*
584'	9 53·8	+10 51	*eF, S, R, dif*
585'	9 54·3	+13 30	* 13 in *eF, S neb*
3080	9 54·7	+13 29	*vF*
3088	9 55·5	+22 53	*vF, S*
3094	9 56·0	+16 15	*F, bM*, * 9 *sf* 0'·5
3098	9 56·6	+25 12	*pB, S, E* 85°, *psbMN*
3107	9 58·2	+13 59	*pF, pL, iR*, *8, 148°, 112''
3106	9 58·3	+41 40	*F, S, R, sbM*
3116	10 1·0	+31 36	*Neb* * 13 *m*
3119	10 1·4	+14 50	*vF*
3121	10 1·5	+14 52	*pF, pL, glbM*, *9·5 *np*
591'	10 2·1	+12 46	*pF, S, R*
3136	10 2·1	+ 7 33	*pF, vS, gbM, F st nr*
3126	10 2·6	+32 21	*F, S, lE, N* = * 15
3129	10 2·9	+18 55	*eF, cS, vlE, r*
3130	10 2·9	+10 28	*eF, S, psbM*, * 5 *sf*
3131	10 3·1	+10 43	*pB, pS, pmE, gbM*
3134	10 4·1	+12 49	*vF*
595'	10 4·3	+11 30	*F, vS, R, lbM*
596'	10 5·2	+10 32	*F, S, dif*
3153	10 7·5	+13 10	*eF, pL, vlE, r, st inv*
3154	10 7·6	+17 32	*F, S, R, lbM*
3162	10 8·0	+23 14	*pF, cL, R, vglbM, r, S* * *inv*
3167	10 8·8	+30 6	*F, S, ? vS Cl vF st*
3177	10 11·1	+21 38	*cF, S, R, psbM*
3185	10 12·1	+22 11	*pF, pL, gmbM*
3187	10 12·3	+22 23	*vF, E*
3189	10 12·5	+22 20	*vvF, mE*
3190	10 12·6	+22 20	*B, pS, E, psbMN*
3193	10 12·9	+22 24	*B, S, vlE, pslbM*, *9·5, 354°, 80''
601'	10 13·0	+ 7 32	*vF, vS, dif, sbM*
602'	10 13·1	+ 7 33	*pB, S, Ens*
3213	10 15·8	+20 10	*vF, vS, R, r*
3217	10 16±	+11 24	*vF*
3221	10 16·9	+22 6	*eF, mE*

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0		Beschreibung des Objects
3222	10h 17m·1	+20°	23′	F, lbM, rr (bi N)
3226	10 18·0	+20	24	pB, cL, R ⎱ Doppelneb.
3227	10 18·0	+20	22	pB, cL, R ⎰ 159°, 138″
606′	10 18·3	+11	28	vF, vS, R, dif
3230	10 18·4	+13	4	pF, pS, sbM * 14, * 9·10 s 19″
607′	10 18·8	+17	17	eeF, pS, R, v diffic, * sp
3239	10 19·7	+17	40	vF, * 9 inv nr M
610′	10 20·8	+20	44	eeF, pS, cE, e diffic
611′	10 21·0	+20	45	eF, S, lE
612′	10 21·8	+11	34	F, vS, dif, vlbM
613′	10 21·9	+11	31	F, vS, R
615′	10 22·1	+11	35	vF, S, R
3253	10 23·1	+13	12	vF, pS, R
616′	10 27·4	+16	21	F, pS, R
3279	10 27·6±	+11	44	F, mE
619′	10 28·2	+13	4	eeF, S, R, 3 F st f
620′	10 28·3	+12	23	vF, vS
622′	10 29·3	+11	43	vF, pS, E * 9 s
3287	10 29·4	+22	10	F, pL, : p 24s, s 4′
3299	10 31·1	+13	13	eF, cL, R, vgbM, r
3300	10 31·3	+14	41	cF, cS, R, pmbM, r, am B st
3301	10 31·5	+22	24	cB, S, lE 53°, psbM, r
3303	10 31·6	+18	39	vF, vS, vlE, glbM, r
3306	10 31·8	+13	9	F, S, R
3328	10 34·4	+ 9	44	vS Cl
3332	10 35·2	+ 9	42	vF, S, lE 130°
635′	10 36·4	+16	9	F, S, R, gbM
3338	10 36·8	+14	16	F, cL, E, vgbM, * 7 p 10s
637′	10 37·0	+15	53	F, vS, in gerader Linie mit 3 st
3342	10 37·5	+ 9	58	eF, eS
3345	10 38·3	+12	31	eeF, zweifelhaft
3346	10 38·3	+15	24	cF, vL, R, vgvlbM, er
638′	10 38·4	+16	25	F, vS, R
639′	10 38·4	+17	27	eF, S, mEns, * 10 nf 5′
3349	10 38·6	+ 7	17	eF, vS
3351	10 38·7	+12	14	B, L, R, pgmbMN
3352	10 38·8	+22	54	pB, S, R, bMN
3356	10 38·9	+ 7	17	vF, pS, R, bM, * 9 s
3357	10 39·0	+14	36	F, S, mbM
3362	10 39·6	+ 7	7	vF, pS, R, lbM, r
3363	10 39·7	+22	36	F, pS, iR, lbM, r
3367	10 41·3	+14	46	pB, cL, iR, vglbM, r
3368	10 41·5	+12	21	vB, vL, lE, vsvmbM, r
3370	10 41·7	+17	48	cB, pL, vlE, gbM, r
3371	10 41·7	+14	19	eF, R
3373	10 41·8	+14	22	F, R
3377	10 42·4	+14	31	vB, cL, lE, svmbMBN

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0		Beschreibung des Objects
3379	10h 42m·6	+13°	6′	vB, cL, R, psbM, r
642′	10 42·6	+18	43	vF, pS, lE, 2 st f
3384	10 43·0	+13	9	vB, L, R, psmbM
3388	10 43±	+ 9	7	F, R
3389	10 43·2	+13	3	F, L, Epf, vglbM
3391	10 43·7	+14	45	F, S, R, bet 2 st, nr
643′	10 44·2	+12	44	pF, S, Ens, lbM
3401	10 45·1	+ 6	19	eF (?)
3399	10 45·2	+16	45	F, vS
3405	10 45·4	+16	46	F, eS, alm stell, S * nahe
3412	10 45·6	+13	56	B, S, lE 135° ±, smbMN
649′	10 45·7	+ 1	42	F, S, lbM, * 10 sp
648′	10 45·8	+12	49	eF, vS, vF * inv, diffic
3417	10 45·8	+ 8	59	eF, vS, alm stell
3419	10 46·0	+14	29	F, vS, R, alm stell, S * nr
3423	10 46·0	+ 6	22	F, vL, R, vgbM, rr
651′	10 46·0	− 1	37	pB, pS, gbM, r
3436	10 46±	+ 8	29	eS
3425	10 46·1	+ 9	4	eF eS, R
3426	10 46·2	+19	1	pF, S, R, : n
3427	10 46·3	+ 8	47	Neb
3428	10 46·3	+ 9	48	vF, S, lE, glbM
3429	10 46·3	+ 9	47	pF, R
3433	10 46·8	+10	41	vF, vL, R, vgbM
3434	10 46·8	+ 4	19	F, pS, R, vglbM
653′	10 47·0	− 0	2	F, S, R, dif
3438	10 47·2	+11	4	vF, eS, alm stell
3439	10 47·2	+ 9	4	eeF, vS, alm stell
3441	10 47·3	+ 7	44	pB
3443	10 47·5	+17	58	eeF, vS, R
3444	10 47·7	+10	43	eF, vS, pmE
3447	10 48·1	+17	18	eF, vL, vgvlbM, B : sp
3454	10 49·2	+17	52	pF, lE
3455	10 49·2	+17	49	pF, S, E, gbM, r
655′	10 49·3	+ 0	10	eF, eF
3457	10 49·5	+18	8	2—3 S st mit Nebel
656′	10 49·8	+18	8	vS, Cl, neb ?
3460	10 49·9	+18	9	pB, R (= 3457 ?)
3461	10 50·1	+18	11	F neb
3462	10 50·1	+ 8	14	vF, vS, viE, psbM
3466	10 51·0	+10	17	vF, * 9, 90°
3467	10 51·5	+10	17	vF, R, vsmbM * 12
3473	10 52·7	+17	38	vF, E, bet 2 st
657′	10 52·8	− 4	22	F, pS, lEns
3474	10 52·9	+17	38	vF, pS, R
659′	10 53·0	− 5	44	F, S, R, bM
3476	10 53·0	+ 9	52	eF, vS, alm stell
3477	10 53·1	+ 9	49	eeF, eS, stell
658′	10 53·1	+ 9	48	F, vS, R, stell
660′	10 53·3	+ 1	56	vF, S, r

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0		δ 1900·0		Beschreibung des Objects
3480	10h	53m·7	+ 9°	53'	*S, stell*
661'	10	53·7	+ 2	11	*eF, vS, R, diffic*
662'	10	54·2	+ 2	8	*vF, SN, diffic*
3485	10	54·8	+15	22	*F, L, R, glbM, r*
3487	10	54·9	+18	7	*eeF, pS, R, v diffic*
3489	10	55·0	+14	26	*vB, pL, lE* 80° ±, *smbMN*
3490	10	55±	+ 9	52	*vF, S*
3491	10	55·4	+12	42	*eF, cS, R, bMN*
663'	10	55·4	+10	58	*eF, vS, R, 2 st s*
664'	10	55·5	+11	5	*eF, vS, R, lbM*
3492	10	55·7	+11	3	*pF, S,* * 9·5 *p* 20s, 1' *s*
3493	10	56·0	+28	15	*vF, R, bM,* * *sp*
666'	10	56·0	+11	1	*eF, vS, iF*
3494	10	56·1	+ 4	15	*vS*
3495	10	56·1	+ 4	9	*vF, pL, mE*
3498	10	56·6	+14	55	*eF, pL*
3501	10	57·5	+18	32	*vF, mEns, gbM,* 3' lang
3504	10	57·8	+28	30	*B, L, E, mbMN, rr*
3506	10	58·0	+11	37	*vF, cS, R, vgvlbM*
3507	10	58·1	+18	40	*cF, pL, R, sbMS**, *9 *att*
3509	10	58·2	+ 5	19	*cF, S, lE ?*
3510	10	58·3	+29	25	*F, L, cE,* * 7, 310°
3512	10	56·6	+28	34	*F, pS, R, pgbM*
3515	10	59·2	+28	46	*vF, S, R, sev eF st inv*
3521	11	0·7	+ 0	30	*cB, cL, mE* 140° ±, *vsmbMN*
3522	11	1·1	+20	37	*pF, vS, lE*
3524	11	1·3	+11	56	*F, S, lE, psbM, 2 st np*
667'	11	1·4	+15	38	*vF, vS, R, vlbM*
[illegible]	11	1·4	+15	35	*vF, vS, R, bM*
[illegible]26	11	1·7	+ 7	42	*eF, vmE*
3527	11	1·9	+29	3	*eF, S,* * 10 *p*
[illegible]	11	2·1	+ 6	51	*pB, vS, R, sbM*
670'	11	2·3	+ 7	15	*F, pS, R, bM*
671'	11	2·4	+ 1	21	*vF, pS, R*
[illegible]34	11	3·3	+27	10	*vF,* * 9 *np* 3'
[illegible]35	11	3·4	+ 5	22	*cF, vS, R, bM, r*
[illegible]36	11	3·5	+29	0	*F, S, R, bM*
[illegible]39	11	3·7	+29	12	*eF*
673'	11	4·3	+ 0	28	*vF, vS, Epf, r*
[illegible]47	11	4·7	+11	16	*F, S, lE, vlbM*
[illegible]50	11	5·2	+29	18	*F(?var), S, R, bM,* *9 *f*
[illegible]51	11	5·2	+22	17	*eeF, vS, R*
[illegible]52	11	5·3	+29	14	*eF, vS* } Doppelnebel
[illegible]53	11	5·3	+29	15	*eF, vS* } Doppelnebel
[illegible]54	11	5·4	+29	11	*vF, pS, R, bM*
[illegible]	11	5·4	+22	17	*vF, R*
[illegible]	11	5·5	+29	6	*pF, S*
[illegible]	11	5·5	+12	34	*eF, pS, lE, r*

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0		δ 1900·0		Beschreibung des Objects
3560	11h	5m·5	+11°	43'	*F, S, R, gbM*
675'	11	5·6	+ 4	13	*pB, pL, Ens, bi N ?*
3561	11	5·8	+29	14	*vF, pL*
3563	11	6·0	+27	31	*pF, pL,* * 8 *n* 2'
3567	11	6·1	+ 6	22	*eF, R, sbM, r*
3570	11	6·7	+28	8	*vF, vS, R, bM*
3574	11	6·8	+28	10	*eF*
676'	11	7·5	+ 9	36	*vF, pS, lE, bet 2 dist st*
3575	11	7·9	+23	12	*pB, pL, R,* * 11 *p*
3580	11	8·1	+ 4	11	*vF,* * 14 *f*
677'	11	8·7	+12	50	*F, pL, gbM*
3588	11	8·9	+20	56	*vF, cS,* 4s *f* δ Leonis, 8' *s*
678'	11	8·9	+ 7	7	*F, S, r, N* = 13·5
3592	11	9·2	+17	49	*eF, S, pmE*
3593	11	9·4	+13	22	*B, cL, E* 90° ±, *psmbM*
3596	11	9·8	+15	20	*pF, L, R, glbM*
3598	11	9·9	+17	49	*F, vS, stell,* * *n*
3599	11	10·2	+18	39	*B, pS, R, pgmbM*
3601	11	10·4	+ 5	39	*vF, pS, alm stell*
3602	11	10·6	+17	58	*eeF, vS, alm stell*
3604	11	11·2	+ 5	4	*pB, S, lE, mbM*
3605	11	11·5	+18	34	*F, S, R*
3607	11	11·6	+18	36	*vB, L, R, vmbM*
3608	11	11·7	+18	42	*B, pL, R, psbM*
3609	11	12·3	+27	11	*pF, S, bM*
3611	11	12·3	+ 5	6	*pF, cS, iR, psmbM,* * 10 *np* 3'
3612	11	12·4	+27	10	*pL, dif,* * 10·11 *nf* 2'
3615	11	12·8	+23	57	*cF, vS, smbM, stell*
680'	11	12·8	− 1	24	*F, S, R, gbM*
3616	11	13·0	+15	17	*eF, pL*
3618	11	13·2	+24	0	*vF, S*
3623	11	13·7	+13	38	*B, vL, mE* 165° ±, *gbMBN*
3624	11	13·8	+ 8	4	*eF*
3626	11	14·8	+18	54	*B, S, vlE, sbM*
3627	11	15·0	+13	32	*B, vL, mE* 150°, *mbM, 2 st np*
3628	11	15·1	+14	8	*pB, vL, vmE* 102°
3629	11	15·2	+27	31	*cF, L, R, vgvlbM*
3630	11	15·2	+ 3	31	*pB, S, R, smbMN*
3632	11	15·2	+18	42	*pB,* * *inv*
3633	11	15·3	+ 4	8	*vF, S, R, 2 st nr*
3639	11	15·9	+18	54	*pF, S, R, vlbM*
682'	11	15·9	+20	46	*eF, eS, R, vF** *np* nahe
3640	11	16·0	+ 3	47	*B, pL, R, psbM*
3641	11	16·0	+ 3	45	*F, vS, alm stell*
3643	11	16·2	+ 3	34	*eF, vS*
683'	11	16·4	+ 3	19	*Neb Obj.* 13·5 *m*
3644	11	16·4	+ 3	22	*vF, vS*

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
684'	11h 16m·4	+ 3° 23'	*F, S, * sp 0'·5*
3645	11 16·4	+ 3 30	*pB, S, E, bM*
3646	11 16·5	+20 43	*cF, cL, lE, gbM*
3647	11 16·5	+ 3 27	*eF neb **
685'	11 16·8	+18 21	*eeF, pS, R, * nf*
3649	11 17·0	+20 45	*vF, pS, R, gbM*
3650	11 17·1	+21 15	*eF, S, R, bet 2 st*
3651	11 17·1	+24 51	*cF, vS, R, bM*
3653	11 17·2	+24 49	*vF, vS*
3655	11 17·7	+17 8	*pB, pS, iR, bM, r*
686'	11 17·9	+ 6 12	*eF, vS, R, v diffic*
3659	11 18·5	+18 22	*cF, S, lE, r*
3662	11 18·7	— 0 33	*vF, S, * 13 att*
3664	11 19·2	+ 3 52	*pF, bi N*
3666	11 19·2	+11 54	*F, E 90° ±, * 6 f 34s, n 5'*
3670	11 19·5	+24 30	*vF, vS, R*
692'	11 20·7	+10 31	*F, vS, R, * 12 sf 2'*
3679	11 20·9 ±	— 5 18 ±	*eF, cL, R, r, vB * v nr*
3678	11 20·9	+28 25	*vF, S, R, psbM, * 12 nf*
3685	11 21 ±	+ 4 41	*eF, vS*
3681	11 21·3	+17 26	*B, pS, R, bM*
693'	11 21·7	— 4 27	*F, pS, R, gbM*
3684	11 21·9	+17 35	*pB, pL, E, vgbM*
3686	11 22·5	+17 46	*pB, L, vlE, vgbM, r*
3689	11 22·9	+26 13	*pB, pL, lE, bM*
3691	11 22·9	+17 28	*F, pS, lE, r*
3692	11 23·1	+ 9 55	*F, mE, r*
696'	11 23·5	+ 9 39	*vF, pS, R, vlbM*
697'	11 23·5	— 1 5	*F, S, R, gbM*
3697	11 23·6	+21 21	*eF, vS, E 90°*
698'	11 23·9	+ 9 40	*F, vS, R, bM*
699'	11 23·9	+ 9 32	*F, vS, lE, ns*
700'	11 24·0	+21 8	*pS, R, lbM*
3701	11 24·2	+24 39	*pF, pL, lE*
3705	11 25·0	+ 9 50	*pF, pL, R, vsmbM, r*
3708	11 25·5	— 2 40	*vF, S, R, gbM*
3709	11 25·5	— 2 42	*eF, eS*
701'	11 25·7	+21 1	*eF, vS, R, 2 pB st sf*
702'	11 25·8	— 4 22	*F, vS, R, N = 13·5*
3710	11 25·8	+23 19	*F, S, * 7·8 nf 5'*
3712	11 26·4	+29 3	*F, vS, R, smbM*
3713	11 26·4	+28 43	*F, cS, R, sbMN*
3714	11 26·6	+28 55	*F, S, R, psbM*
3716	11 26·6	+ 4 2	*vF, vS*
3719	11 27·1	+ 1 23	*vF*
3720	11 27·3	+ 1 22	*vF*
3728	11 28·1	+25 0	*F, S, R, bM*
707'	11 28·5	+21 56	*pF, pS, bM*
3731	11 29·2	+13 3	*vF, vS, R*
710'	11 29·2	+26 25	*F, vS, R, lbM*
713'	11h 29m·6	+17° 24'	*eF, vermuthet, * 6 sp 3'*
3739	11 30·2	+25 40	*vF, bet 2 st 12*
3743	11 30·7	+22 33	*F, S, R, * 9 sf 1'*
3744	11 30·7	+23 50	*eF, S, R, lbM*
3758	11 31·3	+22 9	*pB, S, R, bM, * 8·5 f*
3761	11 31·5	+23 33	*vF, S, R, bM*
3764	11 31·7	+18 26	*F, S, R*
3765	11 31·8	+24 40	*vF, S, R*
3767	11 32·0	+17 26	*vF, S, bM*
3768	11 32·1	+18 24	*vF, eS, stell*
3745	11 32·5	+22 35	*pB, pS, R*
3746	11 32·5	+22 34	*pB, pS, R*
3748	11 32·6	+22 35	*pB, pS, R*
3750	11 32·6	+22 32	*pB, R, sbM*
3751	11 32·6	+22 30	*F, L, E 45°*
3772	11 32·6	+23 14	*vF, S, E, r*
3753	11 32·7	+22 32	*pB, pL*
3754	11 32·7	+22 32	*vF, R*
3773	11 33·0	+12 40	*eF, eS, R, psbM*
3781	11 33·8	+26 55	*vF, vS, R, bM*
3784	11 34·3	+26 52	*vF, vS, R, gmbM*
3785	11 34·3	+26 52	*vF, eS, R, bM*
3787	11 34·4	+21 1	*vF, vS, R, * 15 p*
3790	11 34·6	+18 17	*eF, vS, pmE, sbM, 2 st nf*
3792	11 34·7	+ 5 33	*vF, dif*
3798	11 35·0	+25 15	*F, eS, lE, stell, r*
3799	11 35·0	+15 53	*eF, R*
3800	11 35·0	+15 53	*F, pS, E, psbM, r*
3801	11 35·1	+18 17	*pF, pL, R, bM, r*
3802	11 35·1	+18 19	*vF, pS, r, 2 vB st p*
3803	11 35·2	+18 22	*vF, S, R*
3805	11 35·5	+20 54	*cB, cS, R, bM, r*
3806	11 35·6	+18 21	*F, pL, * 9·10 s 5'*
3807	11 35·6	+18 22	*vF, S, R* [illegible]
3808	11 35·7	+23 0	*vF, vS*
3810	11 35·8	+12 2	*B, L, vlE*
3812	11 35·9	+25 23	*eF, vS, R, * 6 sf 3'*
3814	11 36·2	+25 22	*vS, neb **
3815	11 36·4	+25 21	*eF, S*
3816	11 36·6	+20 40	*F, S, bM*
3817	11 36·7	+10 52	*F*
3821	11 37·0	+20 52	*vF, eS, R, bM, bet 2* [illegible]
3826	11 37·3	+27 3	*pB, S, R, psbM,* [illegible]
3827	11 37·4	+19 24	*F, S, lbM*
3828	11 37·8	+17 2	*vF, S, dif*
3830	11 38·0	+27 3	*eF*
3832	11 38·3	+23 22	*vF, pL, 2* [illegible] *vermuthet*
3834	11 38·4	+19 39	*vF, vS, sbMN * 13*
3837	11 38·7	+20 27	*eF, S, R*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3839	11ʰ 38ᵐ·8	+11° 20′	*vF, S, R, lbM*	3948	11ʰ 48ᵐ·4	+21° 31′	*vF, stell*
3840	11 38·8	+20 38	*F, S, lE*	3951	11 48·4	+23 57	*vF, cS, vlE*
3841	11 38·8	+20 31	*cF, S, R*	3954	11 48·6	+21 26	*eF, R*
3842	11 38·8	+20 30	*F, S, R, vglbM*	744′	11 48·9	+23 45	*eF, vS, v diffic*
3844	11 38·8	+20 35	*vF, pS, lE*	3964	11 49·7	+28 50	*vF, S, E,* * 10 *nf att*
3845	11 38·9	+20 33	*vF, pS*	3968	11 50·3	+12 32	*pB, L, iR, bM,* * 10, 65°, 3′
3851	11 39·2	+20 31	*eF, vS, R*				
727′	11 39·3	+11 20	*vF, eS, R*	746′	11 50·4	+26 27	*F, pS, R*
3853	11 39·3	+17 7	*S, R, bM*	3973	11 50·5	+12 34	*eF, eS,* * 10 1′ *sf* (?)
3857	11 39·6	+20 5	*vF, vS, mbM*	3983	11 51·2	+24 26	*cF, cS, R, psbM*
3859	11 39·7	+20 1	*eF, vS, R, lbM, r* ?	3984	11 51·5	+29 33	*eF, S, R, bM*
3860	11 39·7	+20 19	*vF, vS, r*	3987	11 52·2	+25 45	*F, mE*
3861	11 39·9	+20 32	*F, S, R, bM*	3988	11 52·2	+28 26	*vF, S, R, bM* *
3862	11 39·9	+20 10	*vF, vS, R,* * 17 *n*	3989	11 52·3	+25 49	*eF, vS, R*
3864	11 40·1	+19 57	*eF, vS, R*	3993	11 52·5	+25 48	*vF, pS, E,* 3 *st nr*
3867	11 40·3	+19 57	*F, S, iR, mbM*	3996	11 52·6	+14 51	*vF, pL, R,* 2 *st f*
3868	11 40·4	+20 0	*vF, vS, R, mbM*	3997	11 52·7	+25 50	*pF, vS, E* 25° *bet* 2 *st*
3869	11 40·6	+11 23	*F, S, iR, psbM*	3999	11 52·8	+25 37	*vF, S*
3872	11 40·7	+14 19	*B, S, R, smbM* *	4000	11 52·8	+25 42	*vF, vS, lE,* * 8 *f* 2′
3873	11 40·7	+20 19	*vF, pS, lE*	4002	11 52·8	+23 46	*vF, vS, R*
3875	11 40·7	+20 19	*vF, vS, r*	4003	11 52·8	+23 42	*vF, vS, R*
732′	11 40·8	+21 0	*vF, v dif*	4004	11 53·0	+28 26	*F, vS, R,* * 12 *nr*
3883	11 41·4	+21 11	*vF, cL*	4005	11 53·0	+25 41	*pF, vS, mbM,* * 7 *np* 2′
3884	11 41·6	+20 57	*cF, S, iR, gbM, r,* * 7 *sp* 6′	4007	11 53·0	+23 41	*eF, vS*
3886	11 41·9	+20 23	*F*	4008	11 53·1	+28 45	*pB, pS, E, psbM,* * *inv n*
736′	11 43·2	+13 16	*vF, eS, R*	4009	11 53·1	+25 45	*vF, eS*
737′	11 43·3	+13 17	*vF, cS, R, N* = 14	4011	11 53·3	+25 39	*vF, vS,* * 12 *np*
3899	11 43·9	+27 0	*pB, R, smbM*	4014	11 53·5	+16 44	*pB, pS, R, psbM*
3900	11 44·0	+27 34	*B, pL, vlE* 0° ±, *bMN*	4015	11 53·6	+25 36	*F, vS, E, mbM*
3902	11 44·1	+26 41	*F, pS, lE, vglbM*	4016	11 53·6	+28 7	*vF*
[illegible]	11 44·5	+12 38	*F, vS, R, mbM*	4017	11 53·6	+28 2	*F, L, E, gbfM*
3910	11 44·8	+21 54	*S, R, mbM,* * 10·11 *n* 50″	4018	11 53·7	+25 54	*mE np sf,* 2 *st s*
…11	11 44·9	+25 29	*vF, S*	4019	11 53·8	+14 46	*eF,* * 9 *sf* 5′
…12	11 44·9	+27 3	*F, pL, R, pgbM*	4021	11 53·9	+25 38	*F, S, vlE*
739′	11 45·2	+24 23	*vF, S, R,* * 10·5 *f*	4022	11 53·9	+25 49	*pF, vS, stell*
…19	11 45·5	+20 35	*F, S, R*	4023	11 54·0	+25 33	*pF, pL, dif*
…20	11 45·6 ±	+25 29	*Neb*	4028	11 54·8	+16 47	*vF, vS, vlE, r*
742′	11 45·8	+21 22	*eeF, pS, R, pB* * *sp*	4032	11 55·4	+20 38	*pF, pL, R, gbM,* * 12 *nf*
…25	11 46·2	+22 27	*vF, vS*	755′	11 56·0	+14 41	*eeF, S, E, bet* 2 *st*
…26	11 46·3	+22 35	*eF, eS, vlE, er, st nr*	4037	11 56·3	+13 57	*eF, pL, R, r*
…27	11 46·4	+28 42	*pF, pS*	4040	11 56·9	+18 23	*eF, pS, R,* 3 *st nr*
…29	11 46·5	+21 33	*Cl, S, st F, vC*	4042	11 57·2	+18 42	*vF, vS* (?)
…33	11 46·9	+17 22	*pF, lE*	4048	11 57·7	+18 34	*vF, vS, R, psbM*
…34	11 47·0	+17 25	*eF, R*	4049	11 57·8	+19 18	*eF, pS, R, glbM*
…37	11 47·6	+21 12	*vF, cS, R*	4053	11 58·1	+20 17	*F, vS, vlE, alm stell*
…40	11 47·6	+21 33	*vF, cS, R*	4055	11 58·6	+21 37	*pB* (δ ??)
…3	11 47·8	+21 2	*pF, pS, E,* * 8 *p* 24ˢ	4056	11 58·7	+20 50	*eF, vS*
…4	11 47·9	+26 46	*pF, pS, R, psbM*	4057	11 58·7	+21 39	*pB* (δ ??)
…6	11 48·2	+21 35	*vF, vlbM, dif*	4059	11 58·7	+21 52	*pB* (δ ??)
…7	11 48·2	+21 19	*F, pS, iE, lbM,* : *p*	4060	11 58·9	+20 52	*eF*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4061	11h 58m·9	+20° 47′	*vF, S, R* } Doppelnebel	4070	11h 59m·1	+20° 57′	*F, vS*
4065	11 59·0	+20 47	*pF, R* } Doppelnebel	4072	11 59·2	+20 45	*eF*
4064	11 59·0	+19 0	*B, E, gbM*	4074	11 59·2	+20 53	*eF, vS*
4066	11 59·1	+20 55	*pB*	4076	11 59·5	+20 46	*vF, vS*
4067	11 59·1	+11 25	*F, pS, R, gbM*	4078	11 59·7	+11 10	*F, vS, R, gbM*
4069	11 59·1	+20 53	*vF, vS*	4080	11 59·8	+27 33	*eF, pS, E, gbM*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Leonis .	9h 42m 11s	+11° 53′·6	5·2—6·7	9·4—10·0	1757 April 26 + 312d·3 *E*, periodisch unregelmässig
V „ .	9 54 28	+21 44·5	8·6	< 13·5	1882 April 2 + 273d·7 *E*
U „ .	10 18 42	+14 30·6	9·5	< 13·5	Veränderlichkeit sehr zweifelhaft
W „ .	10 48 21	+14 14·9	9	< 14	zweifelhaft ob periodisch
S „ .	11 5 41	+ 6 0·2	9·0—10·0	< 13	1860 Dec. 1 + 190d·0 *E* + + 25 *sin* (10° *E* + 60°)
T „ .	11 33 19	+ 3 55·5	10	< 13·5	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	9h 18m 12s	+ 8° 8′·6	7·3	*G*	19	10h 50m 54s	+52° 53′·5	6·2	*R*
2	9 19 7	+18 7·4	7·0	*G*	20	10 56 44	— 1 56·7	5·2	*RG*
3	9 26 1	+23 24·8	4·5	*O*	21	10 57 2	+20 42·6	4·3	[illegible]
4	9 26 36	+10 9·3	6·0	*G*	22	11 0 34	— 0 3·3	9·5	[illegible]
5	9 27 16	+ 7 30·6	7·5	*G*	23	11 5 24	+11 50·3	7·0	*G*
6	9 41 0	+12 17·0	6·2	*G*	24	11 9 53	+23 38·5	5·0	[illegible]
7	9 42 11	+11 53·6	*var*	*R*, *R* Leonis	25	11 12 9	+ 2 33·6	5·5	*G*
8	9 47 5	+26 28·9	4·0	*G*	26	11 20 42	+ 4 24·7	7·0	*WG*
9	9 54 56	+ 8 31·6	5·0	*G*	27	11 21 8	+ 9 12·3	7·0	*G*
10	9 58 24	+13 57·2	7·7	?	28	11 21 43	+ 3 33·3	7·5	[illegible]
11	10 1 53	+17 15·0	3·4	*WG*	29	11 25 12	— 2 27·0	5·0	*G*
12	10 2 36	+10 30·4	5·0	*G*	30	11 31 27	+22 9·4	9·0	*R*
13	10 4 13	+10 4·5	7·5	*G*	31	11 31 50	— 0 17·4	4·7	[illegible]
14	10 11 19	+14 14·6	5·7	*G*	32	11 32 51	+13 31·1	7·0	*G*
15	10 12 27	+22 28·9	7·8	*R*	33	11 36 1	+25 22·2	8·4	*R*
16	10 19 59	+ 9 19·0	6·0	*G*	34	11 39 2	+25 47·3	6·2	*GR*
17	10 26 53	+14 39·2	6·0	*RG*	35	11 54 58	+19 58·7	6·9	[illegible]
18	10 37 1	+10 53·0	7·2	*G*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

α \ δ	$-10°$	$0°$	$+10°$	$+20°$	$+30°$	$+35°$	α	
	$\Delta\alpha$ in Secunden						$\Delta\delta$ in Minuten	
$9^h\ 0^m$	$+29^s$	$+31^s$	$+33^s$	$+34^s$	$+36^s$	$+38^s$	$9^h\ 0^m$	$-2'{\cdot}3$
9 30	+30	+31	+32	+34	+36	+37	9 30	−2·6
10 0	+30	+31	+32	+33	+35	+36	10 0	−2·9
10 30	+30	+31	+32	+33	+34	+35	10 30	−3·1
11 0	+30	+31	+32	+32	+33	+33	11 0	−3·2
11 30	+31	+31	+31	+32	+32	+32	11 30	−3·3
12 0	+31	+31	+31	+31	+31	+31	12 0	−3·4

Leo minor. (Der kleine Löwe.) Ein von HEVEL eingeführtes Sternbild des nördlichen Himmels.

Die Grenzen sind:

Von $9^h\ 12^m$, $+33°$, Stundenkreis bis $+42°$, Parallel bis $10^h\ 0^m$, Stundenkreis bis $+40°$, Parallel bis $10^h\ 40^m$, Stundenkreis bis $+37°$, Parallel bis $10^h\ 56^m$, Stundenkreis bis $+23°$, Parallel bis $10^h\ 12^m$, Stundenkreis bis $+33°$, Parallel bis $9^h\ 12^m$.

Leo minor enthält nach HEIS folgende, dem blossen Auge sichtbare Sterne: 3 Sterne 4ter Grösse, 6 Sterne 5ter Grösse, 30 Sterne 6ter Grösse und 1 Veränderlichen, im Ganzen daher 40.

Leo minor grenzt im Norden und Osten an Ursa major, im Süden an Leo, im Westen an Lynx und Cancer.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4097	h 2493	11	$9^h\ 13^m{\cdot}7$	$+34°\ 9'$	4428	h 3322	11	$10^h\ 7^m{\cdot}6$	$+38°\ 17'$
4102	Σ 1339	8·9	9 14·8	+37 9	4450	Σ 1421	7	10 12·5	+28 1
4106	Σ 1342	8·9	9 15·1	+34 52	4459	h 2525	11	10 12·6	+37 0
4118	Σ 1344	8	9 17·2	+39 34	4461	Σ 1420	8	10 12·7	+39 36
4167	h 815	9	9 24·0	+33 20	4466	h 2526	11	10 13·7	+34 14
4173	OΣ² 100	5·6	9 24·7	+34 6	4472	h 479	11	10 14·8	+28 30
4197	h 2499	10	9 27·9	+38 52	4491	OΣ² 104	7	10 18·6	+34 41
4203	σ 348	—	9 28·8	+40 4	4496	h 3326	11	10 19·1	+36 28
4204	Σ 1369	7	9 29·2	+40 25	4498	h 480	12	10 19·4	+31 47
4231	Σ 1374	7	9 35·2	+39 24	4501	Σ 1429	8	10 19·5	+25 8
4236	Σ 1375	8·9	9 35·9	+35 2	4506	h 481	9	10 20·3	+25 35
4237	OΣ 205	7·8	9 36·3	+41 26	4511	Σ 1432	8	10 21·4	+30 11
4267	h 2507	8·9	9 41·0	+35 50	4527	h 2532	9·10	10 23·8	+38 29
4280	Σ 1382	7·8	9 43·1	+34 33	4534	OΣ² 105	6·7	10 24·2	+29 5
4303	h 2509	10	9 46·8	+37 41	4541	h 482	6	10 26·2	+32 54
4366	h 2516	12	9 57·4	+40 4	4542	h 483	9	10 26·3	+32 52
4371	h 3318	9·10	9 57·8	+36 44	4550	h 484	9	10 27·0	+28 10
4372	h 2517	7	9 57·9	+38 31	4552	Σ 1443	8·9	10 27·5	+38 12
4385	Σ 1405	7	9 59·9	+40 2	4562	Σ 1447	7·8	10 28·3	+23 52
4427	Σ 1414	8·9	10 7·5	+39 58	4569	Σ 1449	8·9	10 29·4	+35 39

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4574	Σ 1451	8·9	10h 29m·9	+26° 49′
4579	*h* 487	9	10 30·6	+30 39
4595	Σ 1454	8·9	10 32·6	+27 7
4597	*h* 5481	9	10 33·2	+27 56
4607	Σ 1458	8	10 33·9	+32 13
4606	*h* 488	8	10 34·0	+29 15
4609	Σ 1459	8	10 34·5	+38 55
4613	*O*Σ 225	7	10 34·6	+19 45
—	β 913	6·0	10 37·6	+26 51
4640	*h* 2543	10	10 38·6	+33 2
4647	*h* 836	16	10h 40m·2	+28° 34′
4648	σ 366	—	10 40·3	+31 13
4658	*h* 490	10	10 41·0	+27 [illegible]
4671	*O*Σ 228	7	10 41·8	+23 6
—	β 915	9·0	10 44·4	+24 [illegible]
4696	Σ 1478	8·9	10 45·6	+24 [illegible]
4719	Σ 1487	5	10 50·2	+25 17
—	β 597	8·5	10 50·4	+24 [illegible]
4728	*h* 491	9	10 51·5	+28 [illegible]
4737	Σ 1492	7	10 52·1	+31 12

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2823	9h 13m·2	+34° 30′	*vF, S, R*
2825	9 13·3	+34 9	*F, pS, lE, bM*
2826	9 13·3	+34 2	*vF, vS, R*
2827	9 13·3	+34 21	*vF, vS, R*
2828	9 13·5	+34 21	*vF, vS, R*
2829	9 13·6	+34 5	*eF, vS, R*
2830	9 13·7	+34 10	*cB, cL, E*
2831	9 13·7	+34 11	*F, S, lE, bM*
2832	9 13·7	+34 11	*F, vS, R*
2833	9 13·8	+34 22	*F, pS, R*
2834	9 14·0	+34 8	*vF, S, R, bM*
2838	9 14·4	+39 43	*vF, vS, R*
2839	9 14·6	+34 3	*vF, S, R*
2840	9 14·7	+35 48	*cF, S, R,* * 10 *np* 2′
2844	9 15·4	+40 34	*cF, cS*
2852	9 16·9	+40 33	*vF, cS, R,* * 10 *p* 2′
2853	9 17·0	+40 35	*vF, S, vgbM*
2854	9 17·2	+49 38	*cF, cS, vlE, pglbM*
2859	9 18·2	+34 57	*vB, pL, R, smbM*
2860	9 18·5	+41 30	*vF, vS, R, gbM*
2922	9 30·7	+38 8	*vF, S, iR, lbM, r*
2926	9 31·6	+33 17	*vF*
2942	9 33·1	+34 27	*F, pL, vlE* 0°, *vglbM*
2955	9 35·2	+36 20	*cF, pS, iR, glbM, r*
2965	9 37·2	+36 42	*cF, vS, R, bM, r*
2971	9 37·7	+36 38	*cF, pS, iR, vlbM*
3003	9 42·6	+33 53	*!, cB, L, vmE* 90°
3012	9 43·9	+35 10	*vF, pL, R,* kometenartig
3013	9 44·2	+34 42	*pF, pS, R, bM*
3021	9 45·0	+34 1	*pB, pS, vlE, mbM,* * 10, 140°
3074	9h 53m·7	+35° 53′	*vF, pL, iR,* [illegible]
3099	9 56·8	+33 11	*eF, S*
3104	9 57·8	+41 13	*eF, pL, E, vF* * [illegible]
3118	10 1·4	+33 31	*S st in vF* [illegible]
3150	10 7·6	+39 9	*vF, S*
3151	10 7·6	+39 7	*vF, vS*
3152	10 7·7	+39 21	*eF, vS, iR, eF* * [illegible]
3158	10 7·9	+39 16	*cB, cS, R,* [illegible]
3159	10 8·0	+39 9	*vF, vS,* [illegible]
3160	10 8·0	+39 20	*vF, vS, lE*
3161	10 8·0	+39 9	*vF, vS*
3163	10 8·2	+39 8	*F, S, R,* [illegible]
3196	10 13·2	+28 10	*eF, pS,* [illegible]
3204	10 14·5	+28 19	*eF, pL,* [illegible]
3209	10 15·0	+26 0	*F, S, R,* mit Stern
3216	10 16·1	+24 26	*vF, pS, R,* [illegible]
3219	10 16·7	+39 5	*eF, S, R,* [illegible]
3232	10 18·8	+28 31	*eF,* * 11 *p*
3234	10 19·3	+27 32	*pB, pS, R,* [illegible]
3235	10 19·3	+28 31	*F, S* (? = 3234)
3245	10 21·7	+29 1	*vB, pL, E* 0°, [illegible]
3248	10 22·3	+23 21	*pB, S, R,* [illegible]
3251	10 22·7	+26 36	*vF, pL,* [illegible]
3254	10 23·7	+30 0	*cB, L, mE* 45°, [illegible]
3265	10 25·6	+29 18	*pF, S, R,* [illegible]
3270	10 26·0	+25 23	*cF, vS, E,* [illegible]
3272	10 26·2	+28 59	*F, vS, lE*
3274	10 26·7	+28 11	*F, pL,* [illegible]
3277	10 27·3	+29 2	*cB, cS, R,* [illegible]
3291	10 30·3	+37 47	* 13 [illegible] *vF* [illegible]
3294	10 30·5	+37 51	*cB, L, mE* 135°, [illegible]
3304	10 31·9	+37 58	*vF, cS,* [illegible]

Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3323	10ʰ 34ᵐ·2	+25° 51′	*vF, vS, R, lbM*	3400	10ʰ 45ᵐ·3	+29° 0′	*pF, S, R, bM*
3327	10 34·5	+24 37	*vF, S, R, gbM, vS * att*	3413	10 45·8	+33 18	*F, S*
3334	10 35·8	+37 49	*cF, vS, R, bM*	3414	10 45·8	+28 30	*B, pL, R, mbM*
3344	10 38·0	+25 27	*cB, L, gbM, * inv, 2 st f*	3418	10 45·9	+28 39	*cF, S, R, bM*
3350	10 38·8	+31 15	*cF, vS, 2 st 9·10 s*	3424	10 46·2	+33 26	*pF, pL, lE*
640′	10 41·2	+35 16	*vF, pS, E, D?*	3430	10 46·6	+33 29	*pB, L, iE, gbM*
641′	10 42·2	+35 11	*vF, pS, dif*	3437	10 47·2	+23 28	*pB, pL, lE 120°, gbM*
3380	10 42·7	+29 8	*pB, pS, R, sbM*	3442	10 47·6	+34 27	*F, vS, R, mbM, r?*
3381	10 42·8	+35 14	*pF, cL, iR, vglbM*	3451	10 48·9	+27 46	*F, pL, vlE, vlbM*
3395	10 44·3	+33 31	*cB, pS, ilE*	3475	10 53·0	+24 46	*vF, R, gbM*
3396	10 44·3	+33 31	*pB, pS, ilE*	3486	10 54·9	+29 31	*cB, cL, R, gmbM*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode. Bemerkungen
R Leonis minoris	9ʰ 39ᵐ 35ˢ	+34° 58′·3	6·1—7·8	13	1865 März 12 + 370ᵈ·5 *E* + + 20 *sin* (10° *E* + 300°)

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	9ʰ 12ᵐ 50ˢ	+36° 6′·2	7·7	*GR*	10	9ʰ 59ᵐ 57ˢ	+35° 28′·6	7·0	*G*
2	9 14 59	+34 48·9	3·1	*OR*	11	10 18 37	+34 41·0	7·4	*OR*
3	9 25 28	+35 32·8	5·7	*O*	12	10 22 7	+37 13·2	4·0	*G*
4	9 25 35	+36 52·2	6·8	*RG*	13	10 25 4	+36 59·6	9·1	?
5	9 28 50	+40 4·0	4·7	*WG*	14	10 30 12	+37 27·2	8·1	?
6	9 39 35	+34 58·3	*var*	*RR, R* Leonis min.	15	10 36 35	+32 14·2	6·5	*O*
					16	10 41 7	+35 15·4	8·3	*GR*
7	9 43 25	+37 12·9	6·3	*O*	17	10 48 8	+26 44·0	7·0	*OR*
8	9 44 6	+40 5·9	7·0	*OR*	18	10 53 58	+36 37·9	6·0	*O*
9	9 57 21	+41 47·2	7·3	*OR*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten.

α \ δ	+25°	+35°	+45°	α	
9ʰ 0ᵐ	+35ˢ	+38ˢ	+40ˢ	9ʰ 0ᵐ	−2′·3
9 30	+35	+37	+39	9 30	−2·6
10 0	+34	+36	+38	10 0	−2·9
10 30	+33	+35	+36	10 30	−3·1
11 0	+33	+33	+34	11 0	−3·2

Lepus. (Der Hase.) PTOLEMÄI'sches Sternbild am südlichen Himmel. Als Grenzen sollen die folgenden gelten:

Von $4^h 40^m$, — 15°, Stundenkreis bis — 28°, schräge Linie nach $6^h 10^m$, — 24°, Stundenkreis bis — 12° 30′, Parallel bis $5^h 40^m$, schräge Linie bis $5^h 10^m$, — 10°, schräge Linie bis zum Ausgangspunkt.

HEIS giebt an: 2 Sterne 3ter Grösse, 6 Sterne 4ter Grösse, 10 Sterne 5ter Grösse, 26 Sterne 6ter Grösse, ausserdem 1 Variablen, zusammen 45 Sterne, die dem blossen Auge sichtbar sind.

Lepus grenzt im Norden an Orion und Monoceros, im Osten an Canis major, im Süden an Columba, im Westen an Eridanus und Caelum.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1830	*h* 3702	9	$4^h 50^m$ ...	—25° 20′	2192	*Schjellerup*	—	$5^h 31^m$·6	—13° 53
1848	*h* 3705	7	4 52·3	—16 18	—	β 321	7	5 34·9	—17 54
—	β 314	6·0	4 54·5	—16 32	2233	*h* 3780	7	5 34·9	—17 54
1870	*h* 3709	9	4 55·6	—18 58	—	β 322	8	5 35·5	—25 12
1885	*h* 3714	11	4 57·4	—16 26	2245	*h* 3785	10	5 36·7	—14 19
1922	*h* 3720	8	5 1·7	—15 35	2253	*h* 3788	7	5 37·7	—26 23
1931	*h* 3723	9	5 2·5	—19 53	2256	σ 201	—	5 38·0	—11 42
1953	*h* 3727	9	5 6·1	—12 1	2267	*h* 3791	8	5 39·0	—20 44
1950	*h* 3270	8	5 6·9	—16 22	2276	*Hh* 199	—	5 40·3	—22 29
1969	Σ′ 535	9·2	5 8·1	—17 34	—	β 405	8·5	5 43·3	—13 34
1973	Σ 661	5	5 8·6	—13 4	2307	Σ 801	7	5 43·8	—13 24
—	β 317	7·0	5 9·7	—23 6	—	β 406	9·0	5 43·9	—13 28
2016	*h* 2260	10	5 13·0	—10 47	2311	*h* 3799	9	5 44·1	—13 44
2020	Σ′ 551	7·3	5 13·1	—15 20	—	β 94	6	5 45·0	—14 30
2032	Σ′ 556	7·9	5 14·9	—18 37	2362	*h* 3811	8	5 50·3	—25 13
2048	*h* 3750	5	5 16·1	—21 20	2392	σ 215	—	5 54·2	—20 9
2061	*h* 3752	6	5 17·6	—24 52	2405	Σ′ 832	8	5 56·5	—14 31
2087	Σ 710	8·9	5 20·3	—11 24	2407	*h* 3821	9	5 56·6	—20 39
2102	*h* 3759	7	5 21·7	—19 46	2435	Σ 843	9	6 0·3 / *min* 1·5	—14 21
—	β 319	7·5	5 22·1	—20 48					
2124	*h* 3761	4	5 24·0	—20 50	2460	*h* 3833	6	6 2·3	—23 5
—	β 320	3·5	5 25·0	—20 50	2468	*h* 3835	8	6 3·0	—23 7
2145	*h* 3765	10	5 26·4	—19 30	—	β 565	8	6 4·6	—14 2
2152	*h* 3766	3	5 28·3	—17 53	2484	*Jacob* 58	6	6 5·2	—14 55
2174	*h* 3770	7	5 29·4	—24 25	2507	Σ 875	9	6 7·5	—13 7

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1716	$4^h 54^m$·0	—20° 31′	*pF, pL, R, glbM*	1744	$4^h 56^m$·5	—26° 18′	*F, vL, mE,* [illegible] *M*
1730	4 55·0	—15 58	*F, pS, lE, bet 2 F st*	400′	4 59·2	—15 54±	*eF, eS*
1738	4 56·4	—18 18	*vF, S, E* 45°	1780	5 0·4	—19 35	*eF, eS,* [illegible] *M*
1739	4 56·4	—18 18	*eF, vS, lE*	1781	5 0·5	—18 19	*eF, vS,* [illegible]

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1794	5h 2m·4	−18° 18′	vF, eS, gbM (? = 1781)
1821	5 6·5	−15 14	vF, vS, lE
1832	5 7·7	−15 50	pB, iR, mbM, * nf 1′
407′	5 13·2	−15 37	F, lE ns
408′	5 13·8	−25 12	vF, pS, E, * 8·5 s 5′
411′	5 16·2	−25 26	vF, pS, R, mit 2 anderen im Feld
415′	5 16·8	−15 38	vF, vS, R, dif
1886	5 17·5	−23 55	vF, pL, E 240°, * 8 sp 40″
416′	5 19·5	−17 21	F, S, gbM
1904	5 20·1	−24 37	⊕, pL, eRi, eC, rrr
1906	5 20·5	−16 3	eF, pS, E 0°, glbM
418′	5 22·8	−12 46	○ = * 9·2 (Gasspectr.)
422′	5 27·9	−17 18	pB, vS, R, sbM
1954	5 28·2	−14 8	vF, S, R, smbM
1957	5 28·5	−14 11	eF, pS, R, bMN, * 15 inv
1964	5h 29m·1	−22° 1′	F, vS, R, vsvmbM * 12, 3 st inv
1979	5 30·2	−23 24	vF, vS, stell
1993	5 31·1	−17 54	eF, vS, stell
2017	5 34·9	−17 54	Cl, L st
2073	5 41·7	−22 3	eF, vS, R, gbM
2076	5 42·4	−16 47	vF, pS, iE, bM
2089	5 43·5	−17 38	vF, eS, stell
2106	5 46·5	−21 35	vF, S, vlE, gbM
437′	5 47·0	−12 36	vF, vS, R, dif
438′	5 48·4	−17 54	eeF, pS, E ns, 2 st p
2124	5 53·5	−20 3	eeF, pS, E, r
2131	5 54·8	−26 40	vF, pS, R, gbM
2139	5 56·6	−23 49	F, S
441′	5 58·1	−12 30	eF, vS, diffic, vF * nahe
2179	6 3·8	−21 44	F, pS, vmE, glbM
2196	6 7·9	−21 47	pF, pS, vlE, pmbM, st nr

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Leporis . .	4h 55m 3s	−14° 57′·4	6—7	8·5 ?	1864 März 5 + 436d·1 *E*, period. Ungleichmässigkeit
T	5 0 35	−22 2·4	8·1	10·9	1889 Dec. 6 + 360 *E* ?
S	6 1 38	−24 11·2	6·7—7·1	7·4—7·5	irregulär periodisch

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	4h 55m 3s	−14° 57′·4	var	*RR*, *R* Leporis	9	5h 42m 26s	−14° 51′·5	4·0	?
2	4 58 7	−26 25·2	5·4	*R*	10	5 53 13	−14 13·2	8·0	*R*
3	5 0 35	−22 2·6	8·7	*R*	11	5 59 13	−26 17·2	5·5	*R*
4	5 1 13	−22 30·1	3·7	*O*	12	6 3 21	−19 9·1	5·8	*R*
5	5 3 12	−12 42·7	7·0	*R*	13	6 4 59	−18 28·4	8·2	*OR*
6	5 6 42	−11 58·3	6·5	*GR*	14	6 5 2	−14 34·2	7·0	*R*
7	5 14 23	−18 14·2	6·3	*R*	15	6 5 36	−22 45·5	6·5	*R*
8	5 34 53	−17 53·1	6·7	*R*	16	6 6 36	−27 7·7	6·0	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−10°	−20°	−30°	α	Δδ
4h 30m	+29s	+27s	+24s	4h 30m	+1′·3
5 0	+29	+26	+24	5 0	+0·8
5 30	+29	+26	+23	5 30	+0·4
6 0	+29	+26	+23	6 0	0·0
6 30	+29	+26	+23	6 30	−0·4

Libra. (Die Wage.) Sternbild des PTOLEMÄI'schen Thierkreises am südlichen Himmel, früher auch unter dem Namen der Scorpionsscheeren, besonders bei den Griechen, bekannt.

Nach der Uranometrie hat man die Grenzen:

Von $14^h\,40^m$, 0°, Stundenkreis bis — 8°, Parallel bis $14^h\,15^m$, Stundenkreis bis — 24° 30′, Parallel bis $14^h\,55^m$, Stundenkreis bis — 29° 30′, Parallel bis $15^h\,40^m$, Stundenkreis bis — 20°, Parallel bis $15^h\,52^m$, Stundenkreis bis — 3° 15′, Parallel bis $15^h\,5^m$, Stundenkreis bis 0°, Aequator bis $14^h\,40^m$.

Mit blossem Auge zu sehen sind nach der Uranometrie: 3 Sterne 3ter Grösse, 3 Sterne 4ter Grösse, 9 Sterne 5ter Grösse, 46 Sterne 6ter Grösse, 1 Variabler, zusammen 62 Sterne.

Libra grenzt im Norden an Virgo und Serpens, im Osten an Ophiuchus und Scorpius, im Süden an Lupus und Hydra, im Westen an Hydra und Virgo.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5946	*h* 546	5·6	$14^h\,16^m$...	−11° 48′	6172	*Hh* 457	—	$14^h\,51^m·5$	−20° [illegible]
5947	*h* 4674	9	14 16·5	−13 18	6174	*h* 4720	10	14 51·9	— 5 [illegible]
5959	*h* 2714	7·8	14 18·4	−19 21	6185	Σ 1894	6	14 52·5	−10 44
5958	*h* 2713	9·10	14 18·4	−16 19	—	β 808	9·0	14 52·8	— 8 [illegible]
5964	Σ 1837	7·8	14 19·3	−11 14	6178	*h* 2757	8·9	14 52·9	−22 0
5970	Σ′ 1617	6·7	14 19·9	−19 32	6180	*h* 561	9	14 53...	−13 41
5972	*h* 4679	8	14 20·3	−21 41	—	β 1085	6·0	14 53·6	— 4 [illegible]
5978	*h* 2718	9·10	14 21·0	−23 41	6189	Σ 3089	9	14 54·3	— 0 5
5994	Σ 1847	8	14 23·3	— 9 46	6192	*h* 2758	11	14 55·1	−17 6
—	β 117	8	14 25·8	−15 10	6204	Σ 1899	7	14 56·4	— 2 [illegible]
6007	*h* 552	9	14 25·8	−12 22	6209	*h* 4727	9	14 57·6	−27 27
6010	*h* 2723	9	14 26·5	−23 36	6221	*S* 665	—	14 58·9	−17 51
6016	*h* 2726	10	14 27·9	−18 34	—	β 119	8	15 0·2	— 6 [illegible]
—	β 238	8	14 28 ...	−20 35	6242	*h* 2764	8·9	15 3·3	−21 [illegible]
6028	*h* 853	11	14 29·2	— 9 20	6246	*h* 4736	11	15 3·4	−24 [illegible]
6052	*h* 2734	9·10	14 32·8	−19 14	6251	Σ 3090	8	15 3·6	[illegible]
6054	*h* 2735	9·10	14 32·9	−16 27	6250	*Schj.* 15	8	15 3·6	[illegible]
6079	*h* 2740	11	14 38·8	−20 6	—	β 809	8·0	15 4·2	−22 [illegible]
6084	*h* 2741	10	14 39·3	−20 9	6255	*h* 4740	—	15 4·3	[illegible]
6098	*h* 4700	9	14 40·9	−10 40	—	β 120	4	15 6·1	−19 14
6099	Σ 1876	8	14 41·1	— 6 58	6269	β 618	4·6	15 6·5	−19 [illegible]
—	β 346	7·0	14 42·9	−16 55	6273	Σ 1914	7·8	15 6·5	— 3 6
—	β 617	6·5	14 43·5	−23 50	6288	Σ′ 1695	6·8	15 8·8	−18 3
6120	*Hh* 452	—	14 44·2	−23 34	—	β 350	6·5	15 9·7	−27 [illegible]
6121	*S* 663	—	14 44·3	−23 48	6302	Σ 3091	7·8	15 10·8	— 4 [illegible]
6130	*h* 4708	10	14 45·1	— 5 4	—	β 351	8·0	15 11·4	−15 [illegible]
6126	Σ′ 1661	6·0	14 45·2	−15 35	6305	Σ 1925	8	15 11·7	— 7 [illegible]
6128	Σ′ 1662	2·5	14 45·3	−15 38	—	β 352	8·5	15 11·9	[illegible]
6141	*h* 2749	9	14 46·7	−19 59	—	β 227	7	15 13·3	−23 54
6145	*h* 4713	9	14 47·0	−10 33	6321	*h* 4751	9	15 13·6	[illegible]
—	β 118	9	14 48·2	−16 5	—	β 228	7·5	15 13·8	−23 [illegible]
—	β 942	9·2	14 48·5	— 0 3	6318	*h* 4756	9	15 13·9	−23 54
6164	*h* 4716	9	14 50·5	−24 16	6339	*Hh* 471	—	15 15·8	— 8 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6340	*Hh* 472	—	15ʰ 16ᵐ·4	−14° 45′	6445	Σ 3094	8·9	15ʰ 33ᵐ·6	− 8° 16′
6352	*h* 4767	8	15 19·2	−26 24	6448	*Schj.* 16	9·3	15 33·7	− 8 14
6354	*h* 1271	10	15 19·2	−18 15	—	β 122	7	15 34·1	−19 27
6355	*h* 4768	9	15 19·3	−19 16	6463	Σ 1966	9	15 36·5	−10 49
6357	*h* 4769	8	15 19·5	−21 34	—	β 35	7	15 37·1	−15 42
6372	Σ 1939	9	15 22·1	−10 37	6468	Σ 3095	8	15 38·3	−14 52
6379	Σ′1719	7·5	15 22·7	− 8 59	6473	β 620	7·5	15 40·1	−27 45
6378	*h* 4775	10	15 22·9	−19 33	6475	*h* 4804	8	15 40·4	− 9 3
6376	β 1114	7·0	15 22·9	−28 31	6479	*h* 1278	8·9	15 41·6	−15 53
6386	*h* 4779	9	15 23·8	− 6 38	6488	Σ 3096	9	15 42·5	− 5 1
6400	*h* 1272	11	15 25·4	− 4 32	6503	Σ 3097	8·9	15 45·4	− 8 44
—	β 33	8	15 25·7	−12 39	6508	Σ 3098	8·9	15 46·2	−10 52
6402	*h* 4783	6	15 26·0	− 9 50	6512	*h* 1279	10	15 46·8	− 5 35
6408	*h* 1273	9·10	15 27·1	−17 35	6525	Σ 3099	8·9	15 48·8	−13 25
6407	*S* 673	—	15 27·2	−24 9	6531	Σ 3100	8·9	15 49·9	− 8 36
6444	Σ 1962	7	15 33·2	− 8 28	6538	*h* 1281	6·7	15 51·4	−15 46
—	β 121	7	15 33·5	−27 20					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5595	14ʰ 18ᵐ·7	−16° 16′	*F, pL, R, vgbM*	5781	14ʰ 51ᵐ·1	−16° 50′	*F, S, R, bM,* * 16 *sp*
5597	14 19·0	−16 19	*vF, L, vlE, vgbM*	1077′	14 51·7	−18 54	*vF, vS, R, gbMN*
5605	14 19·7	−12 44	*vF, pL, R, vgbM*	1080′	14 52·7	− 6 19	*vF, vS, R, lbM*
5663	14 27·5	−16 9	*eF, vS, R, glbM*	5791	14 53·1	−18 52	*pF, S, R, stell*
5664	14 27·5	−16 9	*pF, S, E, gbM*	1081′	14 53·2	−18 54	*eF, pL, E* 175°
5716	14 35·5	−17 3	*vF, pL, R*	5792	14 53·3	− 0 41	*pB, pL, R, mbM,* * 8·9 *np* 1′
5726	14 36·6	−18 1	*F, S, R, gbM,* * 10·5 *np* 3′	5793	14 53·6±	−16 16	*eF, pS, E, bMN*
5728	14 36·8	−16 49	*pF, pL, pmE* 45° ±, *mbM,* * 10 *s*	5796	14 53·8	−16 13	*F, pS* * im Centrum
5729	14 36·8	− 8 35	*F, pL, E, r*	5801	14 54·5	−13 27	*vF, vS, sbM*
5734	14 38·6	−20 28	*vF, S, lE, glbM*	5802	14 54·5	−13 28	*vF, vS, sbM,* der hellste von den drei
5741	14 39·5	−11 31	*vF, vS, R, sbMN*	5803	14 54·5	−13 26	*vF, vS, sbM*
5742	14 39·5	−11 25	*F, pS, pmE, gbMN*	5809	14 55·4	−13 46	*vF, S, E, glbM*
5743	14 39·6	−11 28	*F, S, mE, smbMN*	5810	14 55·6	−17 27	*eF, vS, lE* 230°, *bet* 2 *vF st*
5744	14 39·6	−18 4	*eF, vS, neb ?*	5812	14 55·6	− 7 4	*cB, S, R, svmbM*
5745	14 39·6	−13 31	*vF, S, E, pslbM*	1084′	14 55·9	− 7 5	*eF, S, R, dif*
1055′	14 42·0	−13 18	*F, pL, E ns*	5815	14 56·6	−16 25	*eF, pS, E* 10°, *D* * *inv*
5756	14 42·1	−14 26	*pB, pL, pmE, gpmbM*	5816	14 56·6	−15 44	*F, pS, gbM, stell*
5757	14 42·1	−18 40	*vF, S, iR, lbM*	5817	14 56·6	−15 48	*vF, pS*
5761	14 43·6	−19 51	*vF, S, R, glbMN*	5849	15 1·7	−14 2	* 13 in *vF neb,* 3 *st p* 1ˢ, * 8 *f* 10ˢ, 15′ *s*
1059′	14 45·6	− 0 28	*F, S, lbM, r*	1091′	15 2·8	−10 45	*vF, S, dif*
5766	14 46·6	−20 58	*eF, pS, R, gbM*	5858	15 3·4	−10 49	*F, S, stell N*
1060′	14 46·6	− 6 50	—				
5768	14 47·1	− 2 7	*F, R, bMFN, S* * *s*				

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5861	15^h 3^m·8	−10° 56′	*F, L, E, r*	5897	15^h 11^m·7	−20° 39′	⊕, *pF, L, viR, [illegible]*
5863	15 4·6	−18 2	* 12 in *eF neb, S, R*	5898	15 12·2	−23 41	*F, S, R, gbM*
5872	15 5·5	−11 5	—	5903	15 12·6	−23 40	*cF, S, R, gpmbM*
1104′	15 7·6	− 4 42	*vF*	5915	15 16·1	−12 44	*B, S, R, glbM*
5877	15 7·6	− 4 33	*vF, S,* * 12 *att n*	5916	15 16·1	−12 48	*F, S, lE, gbM*
5878	15 8·2	−13 54	*pB, pL, pmE* 0°, *psmbM,* * *inv*	5917	15 16·2	− 7 0	*eF, vS, psbM*
5880	15 8·5	−14 10	*eF, vS, R, bM*	1115′	15 17·1	− 4 6	*eeF, S, R, pB* * [illegible]
5883	15 9·6	−14 14	—	1119′	15 20·5	− 3 18	*F, pS, R,* * 11·5 [illegible]
5885	15 9·7	− 9 42	*F, cL, R, vgbM*	5959	15 31·6	−16 15	*vF, pS, vlE, bMN*
5891	15 10·5	−17 11	*vF, pS, lE, gbM,* * 11 *f*	5973	15 34·9	− 8 17	*F, S, iR*
5890	15 10·6	−11 9	*vF, vS, E* 235°	5978	15 36·5	−12 54	*eF, vS, sbMN,* [illegible]
5892	15 10·6	−14 37	*eF, L, gbM*	5995	15 42·9	−13 27	*eF, S, R, vS* * *p*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
V Librae .	$14^h34^m48^s$	−17°13′·6	9·3	12·2	1882 April 30 + 360[illegible] *E*
δ „ .	14 55 38	− 8 7·3	5·0	6·2	Min. 1867 Oct. 25^d 9^h 17^m·5 + + 2^d 7^h 51^m 22^s·8 *E* Algoltypus
RT „ .	15 0 47	−18 20·8	8·5	11·7 <	
T „ .	15 5 2	−19 38·3	9·2—10·2	< 14·7	1878 April 30 + 238^d *E*
Y „ .	15 6 24	− 5 38·0	8·2—8·7	12	1861 Juni 22 + 272^d *E*
S „ .	15 15 39	−20 1·6	7·6—8·3	< 13	1874 Juni 17 + 192^d·1 *E*
RS „ .	15 18 29	−22 33·2	8·2	13	1889 Juli 6 + 221^d *E*
RU „ .	15 27 41	−14 59·4	8·5	< 12	1888 Juni 11 + 320^d *E*
X „ .	15 30 26	−20 50·0	9·5—9·9	14	1878 Juli 17 + 163^d·6 *E*
W „ .	15 32 12	−15 50·6	9·8	< 14	1878 Mai 27 + 206^d *E*
U „ .	15 36 13	−20 51·5	9	< 14	1873 Juli 23 + 226^d·2 *E*. periodisch unregelmässig
Z „ .	15 40 42	−20 48·8	11	< 13	1878 Mai 4 + 293^d *E*
R „ .	15 47 56	−15 56·3	9·2—10·0	< 13	zweifelhaft ob Periode von ? Jahren
RR „ .	15 50 39	−18 0·7	8·4	14	1885 Juni 17 + 277^d·0 *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$14^h19^m52^s$	−12°54′·5	6·7	*GR*	10	15^h 1^m 1^s	−15°51′·9	5·3	*G*
2	14 35 3	−13 36·9	7·0	*GG*	11	15 6 44	−16 2·1	7·2	*GR*
3	14 35 23	−14 53·5	8·2	*G*	12	15 9 35	− 5 7·6	5·6	*G*
4	14 36 36	−11 48·5	7·0	*GR*	13	15 15 39	−20 1·6	var	*GR, S* Librae
5	14 40 4	− 0 59·6	6·0	*G*	14	15 20 18	−21 1·7	7·0	*GR*
6	14 43 34	−23 49·8	6·3	*R*	15	15 26 52	−10 5·8	7·0	*G*
7	14 48 58	−11 29·4	5·8	?	16	15 28 33	−27 42·5	5·7	*R*
8	14 52 18	−12 2·4	7·0	*R*	17	15 29 57	−14 27·6	4·0	*G*
9	14 58 12	−24 53·1	3·3	*R*	18	15 30 56	−27 48·2	3·9	*R*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
19	15h 32m 14s	−12° 46″·5	8·8	R	23	15h 47m 56s	−15° 56″·3	var	R², R Librae
20	15 34 24	−23 29·6	5·7	R	24	15 48 7	−16 26·3	4·8	?
21	15 36 11	−19 21·3	5·3	RG	25	15 51 4	−15 32·8	8·2	R¹
22	15 42 52	−19 50·9	9·2	R	26	15 51 25	−15 44·0	6·8	OG

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	0°	−10°	−20°	−30°	α	
14h 0m	+ 31s	+32s	+33s	+35s	14h 0m	−2′·9
14 30	+ 31	+32	+34	+36	14 30	−2·6
15 0	+ 31	+33	+34	+36	15 0	−2·3
15 30	+ 31	+33	+35	+37	15 30	−2·0
16 0	+ 31	+33	+35	+38	16 0	−1·6

Lupus. (Der Wolf.) Sternbild des PTOLEMÄUS am nördlichen Himmel, zuerst schlechtweg »ein Thier« genannt, erst bei den Arabern ein Wolf.

Die Grenzen sind nach der Uranometrie:

Von 14h 55m, − 29° 30′, Stundenkreis bis − 42°, Parallel bis 14h 10m, Stundenkreis bis − 55°, Parallel bis 15h 20m, Stundenkreis bis − 48°, Parallel bis 15h 40m, Stundenkreis bis − 42°, Parallel bis 16h 0m, Stundenkreis bis − 29° 30′ und Parallel bis 14h 55m.

Lupus enthält: 1 Stern 2ter Grösse, 2 Sterne 3ter Grösse, 10 Sterne 4ter Grösse, 18 Sterne 5ter Grösse, 44 Sterne 6ter Grösse, Summa 75 Sterne, welche das blosse Auge erkennen kann.

Lupus grenzt im Norden an Libra und Scorpius, im Osten an Scorpius und Norma, im Süden an Circinus und Centaurus, im Westen an Centaurus.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5900	h 4665	8	14h 10m·3	−42° 49′	6053	h 3445	9	14h 33m·9	−54° 31′
5903	h 4666	9	14 10·6	−47 43	6059	Δ 168	8	14 35·6	−54 46
5921	h 4669	9	14 13·0	−49 27	6080	h 4696	6	14 38·8	−44 27
5929	h 4672	6	14 13·8	−42 36	6083	h 4698	5	14 40·0	−51 57
5938	h 4673	10	14 15·9	−51 58	6116	h 4705	9	14 44·1	−51 11
5955	h 4675	10	14 18·9	−54 22	6118	h 4706	8	14 44·5	−47 0
5962	Δ 160	5	14 19·7	−41 47	6135	Δ 171	7	14 46·6	−45 27
5965	h 4677	10	14 20·1	−48 36	6154	Δ 174	7	14 49·1	−46 26
5977	Δ 161	8	14 21·6	−54 12	6156	h 4715	7	14 49·6	−47 29
5991	h 4682	8	14 23·6	−42 5	6186	Δ 175	—	14 54·8	−51 31
6011	Δ 162	7	14 27·3	−46 2	6193	h 4724	8	14 55·5	−36 31
6015	h 4685	10	14 25·2	−45 43	6196	h 4725	9	14 56·2	−35 8
6017	Δ 163	8	14 29·0	−53 55	6202	h 4726	10	14 57·4	−49 22
6035	h 4690	7	14 30·8	−45 42	6210	h 4728	5	14 58·3	−46 40

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6216	*h* 4730	8	14h 58m·8	−36° 50′	6356	*h* 2778	9	15h 19m·8	−33° [illegible]
6228	*h* 4732	9	15 1·7	−47 56	6359	Δ 185	7	15 21·1	−51 15
6234	*h* 4733	8	15 2·1	−39 24	6365	*h* 4772	8	15 22...	−51 4
6240	*h* 4734	5	15 3·8	−54 58	6380	*h* 4776	6	15 23·6	−41 34
6249	*h* 4738	9	15 4·0	−36 28	6384	*h* 4778	8	15 25·0	−52 32
6244	*h* 4735	7	15 4·6	−50 1	6390	*h* 4781	9	15 25·5	−42 38
6254	Δ 177	—	15 4·9	−48 22	6389	Δ 187	7	15 25·5	−47 13
6252	*h* 4739	6	15 5...	−46 42	6393	*h* 4782	11	15 25·7	−41 [illegible]
6256	Δ 178	6	15 5·0	−44 54	6399	*h* 4784	7	15 26·5	−47 14
6253	Δ 176	4·5	15 5·1	−51 44	6415	*h* 4785	11	15 28·3	−34 5
6259	*h* 4742	6	15 5·3	−41 56	6414	*h* 4786	4	15 28·4	−40 50
6262	*h* 2765	9	15 5·4	−31 45	6417	*h* 4788	5	15 29·0	−44 38
6264	*h* 4743	8	15 5·7	−32 37	6433	*h* 2787	10	15 31·7	−39 [illegible]
6266	*h* 4745	9	15 6·1	−35 53	6447	*h* 4793	9	15 34·9	−47 [illegible]
6284	*h* 4750	7	15 7·2	−47 40	6454	*h* 2789	9	15 37·0	−30 24
6274	*h* 4748	9	15 7·5	−41 4	6464	*h* 4800	10	15 37·6	−45 [illegible]
6276	Δ 179	6	15 7·8	−43 1	6471	*h* 4802	10	15 40·6	−42 17
6299	*h* 4752	8	15 10·9	−34 13	6482	Δ 192	7	15 42·6	−35 [illegible]
6301	Δ 180	5	15 11·2	−47 31	6496	*h* 4812	10	15 45·2	−37 [illegible]
6313	*h* 4755	8	15 13·0	−36 21	6500	*h* 4814	9	15 46·6	−[illegible] 24
6322	Δ 181	8	15 14·7	−38 3	6504	*h* 4815	9	15 46·8	−34 [illegible]
6333	Δ 182	4	15 15·9	−44 20	6530	Δ 196	6	15 50·5	−33 41
6345	*h* 4765	9	15 17·9	−32 42	6532	*h* 4820	9	15 50·5	−[illegible] 42
6349	Δ 183	6	15 18·8	−38 23	6536	*h* 4822	10	15 52·0	−38 [illegible]
6351	*h* 4766	9	15 19·5	−42 30	6545	Δ 197	4	15 53·5	−38 7
6350	Δ 184	6	15 19·5	−42 28					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Sterns	Nummer des Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Sterns
5530	14h 12m·2	−42° 55′	*l, vF, pmE, esvmb M* * 12	5822	14h 57m·9	−53° 57′	*Cl, vL, Ri, lC, st* 9 . . 12
5593	14 19·0	−54 21	*Cl, vlRi, vlC, st* 10	5843	15 1·2	−35 56	*vF, S, lE, [illegible]*
5643	14 26·2	−43 45	*pB, L, R, vglb M, st inv*	5873	15 6·3	−37 43	◯, *stell* [illegible]
5670	14 29·1	−45 31	*vF, S, cE, bet 2 st*	1108¹	15 10·0	−45 17	*stell*, (Gasspectrum
5688	14 33·1	−44 36	*F, S, vgb M, am st*	5882	15 10·0	−45 17	◯, *vS, R*, ganz scharf
5749	14 41·8	−54 6	*Cl, pL, pRi, lC, st* 10...11	5968	15 33·8	−30 14	*vF, L, R, [illegible]*
5764	14 46·6	−52 15	*Cl, vF, vS, vC*	5986	15 39·5	−37 27	⊕, *vF, L, R, [illegible] M, st* 13 . . . 15
5786	14 52·6	−41 37	*F, mE, B* * *sf*	6026	15 54·9	−34 16	*F, S, R, [illegible]*
5800	14 54·9	−51 31	*Cl, pL, pRi, lC*				
5824	14 57·8	−32 40	*pB, S, stell N*				

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Helligkeit Maximum	Helligkeit Minimum	Periode, Bemerkungen
T Lupi . . .	14h 15m 43s	−49° 23′·5	9·2	11·2	
S „	14 46 42	−46 12	9·7	< 12	1891 Aug. 1 + 345d *E*
R „	14 46 59	−35 59·9	9	< 11	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$14^h 14^m 22^s$	−44° 43′·5	5·7	R	11	$15^h 15^m 11^s$	−47° 33′·8	5·8	R
2	14 20 44	−45 41·0	6·3	R	12	15 15 28	−35 53·9	3·6	RR
3	14 23 42	−44 52·6	6·2	R	13	15 18 14	−39 21·2	5·9	R
4	14 27 17	−46 1·6	7·5	R	14	15 22 28	−46 23·0	5·9	RR
5	14 40 1	−51 57·4	5·8	R	15	15 27 27	−39 43·7	6·6	R
6	14 45 9	−43 9·4	5·0	R	16	15 29 24	−44 3·7	6·2	RR
7	14 58 50	−40 40·4	5·7	R	17	15 31 21	−42 14·3	4·7	RR
8	14 59 58	−35 52·4	6·8	R	18	15 33 25	−34 5·1	5·1	RR
9	15 5 4	−51 43·0	3·6	R	19	15 34 21	−44 19·7	5·2	R
10	15 14 48	−46 17·1	3·7	R	20	15 52 42	−41 26·4	5·5	R

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−30°	−40°	−50°	−55°	α	
$14^h 0^m$	$+35^s$	$+37^s$	$+39^s$	$+41^s$	$14^h 0^m$	−2′·9
14 30	+36	+38	+41	+43	14 30	−2·6
15 0	+36	+39	+42	+45	15 0	−2·3
15 30	+37	+40	+44	+46	15 30	−2·0
16 0	+38	+41	+45	+48	16 0	−1·6

Lynx. (Der Luchs.) Ein von HEVEL 1690 eingeführtes Sternbild am nördlichen Himmel.

Die Grenzen wurden wie folgt gewählt:

Von $6^h 2^m$, + 67° 30′, Stundenkreis bis + 55°, schräge Linie bis $7^h 22^m$, + 40°, Stundenkreis bis + 36°, Parallel bis $8^h 8^m$, Stundenkreis bis + 34°, Parallel bis $9^h 20^m$, Stundenkreis bis + 38°, schräge Linie bis $9^h 36^m$, + 42°, schräge Linie bis $8^h 56^m$, + 38°, Parallel bis $8^h 50^m$, Stundenkreis bis + 43°, Parallel bis $9^h 6^m$, Curve (über $8^h 50^m$, + 46° 30′, $8^h 20^m$, + 52°) nach $8^h 8^m$, + 58°, Stundenkreis bis + 61°, Parallel bis $8^h 0^m$, Stundenkreis bis + 57°, Parallel bis $7^h 30^m$, Stundenkreis bis + 62° 30′, Parallel bis $6^h 2^m$.

HEIS zählt: 1 Stern 3ter Grösse, 1 Stern 4ter Grösse, 12 Sterne 5ter Grösse, 73 Sterne 6ter Grösse, im Ganzen 87 mit blossem Auge sichtbare Sterne.

Lynx grenzt im Norden an Camelopardalus, im Osten an Ursa major und Leo minor, im Süden an Cancer und Gemini, im Westen an Auriga.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2420	*Hh* 213	—	$6^h 1^m·7$	+59° . . .	2527	Σ 881	6·7	$6^h 13^m·2$	+59° 25′
2486	Σ 866	7·8	6 8·9	+62 14′	2547	Σ 887	8·9	6 15·6	+60 11
2509	Σ′ 699	4·7	6 10·8	+59 4	2550	OΣ² 72	7	6 15·6	+59 45
2518	Σ 878	7	6 12·1	+52 26	2576	Σ 894	4	6 18·1	+58 29

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2617	*h* 2317	10·11	6^h 23^m·0	+53° 54′
2620	Σ 908	8·9	6 23·2	+53 55
2643	Σ 917	8	6 25·5	+52 34
2642	Σ 916	8	6 25·7	+56 43
2665	Σ 923	6	6 28·5 (*nisi* 48·5)	+59 33
2700	Σ 935	8	6 30·6	+52 24
2702	Σ 934	8·9	6 30·8	+55 8
2701	Σ 936	7·8	6 31·1	+58 12
2703	Σ 937	7·8	6 31·5	+59 32
2721	*h* 2325	9	6 33·7	+59 48
2745	*h* 2328	8·9	6 35·1	+52 52
2740	Σ 946	7	6 36·0	+59 33
2749	Σ 948	6	6 37·4	+59 33
2769	*h* 2336	9	6 38·3	+51 57
2779	Σ 958	6	6 39·8	+55 50
2784	*h* 2338	9	6 40·4	+56 4
2789	Σ 960	7·8	6 41·6	+53 10
2815	Σ 968	7·8	6 43·8	+52 48
2802	Σ 963	6	6 44·3	+59 34
2820	OΣ 158	7	6 45·5	+51 40
2841	*h* 2346	10	6 47·6	+52 13
2846	Σ 977	8	6 47·8	+48 38
2850	Σ'780	9·0	6 47·8	+48 42
2849	*h* 2348	10	6 48·0	+52 13
2851	OΣ 159	5	6 48·6	+58 34
2856	*h* 2350	9·10	6 49·0	+54 46
2893	*h* 2354	10·11	6 52·2	+52 12
2907	Σ 1001	7	6 55·0	+54 19
2912	Σ 1002	8	6 55·8	+56 35
2927	Σ 1009	7	6 57·8	+52 55
2956	*h* 2359	9	7 1·5	+58 16
2976	Σ 1020	8	7 3·8	+57 43
2990	Σ 1025	7·8	7 4·6	+55 58
3008	Σ 1033	7	7 5·7	+52 43
3006	Σ 1032	7·8	7 6·3	+48 38
3023	Σ 1040	8	7 8·8	+48 24
3026	Σ 1044	8·9	7 9·1	+47 54
3045	Σ 1050	7	7 10·6	+55 6
3046	*h* 2366	10·11	7 11·9	+56 16
3063	*h* 2367	9·10	7 12·7	+48 31
3078	Σ 1065	6·7	7 14·6	+50 20
3073	Σ 1069	8	7 14·7	+55 28
3092	Σ 1071	8	7 15·9	+45 12
3097	*h* 2374	10	7 17·0	+51 2
3095	*h* 2373	9·10	7 17·1	+56 19
3096	OΣ' 84	7	7 17·1	+56 46
3120	*h* 2370	9	7 20·1	+59 5
3135	*h* 2380	11·12	7 21·0	+52 24
3151	Σ 1086	8	7 21·5	+42 57

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 758	6·0	7^h 21^m·5	+48° 24′
3158	Σ 1091	8	7 22·4	+50 10
3156	*h* 2382	10	7 22·4	+52 41
3161	Σ 1093	8	7 22·7	+50 11
3164	Σ 1092	8	7 22·8	+49 27
3177	*h* 2384	10	7 24·2	+54 7
3181	Σ 1096	8	7 24·3	+50 22
3195	Σ 1098	8·9	7 26·3	+59 49
3203	*h* 2390	11·12	7 26·4	+52 32
3209	Σ'884	8·0	7 27·3	+59 45
3233	OΣ 174	6·7	7 29·1	+43 16
3235	*h* 2395	9	7 29·8	+52 47
3243	*h* 2397	10·11	7 30·8	+54 43
3246	*h* 2399	9	7 31·6	+57 3
3258	OΣ' 87	7	7 31·8	+42 43
3275	*h* 2405	5·6	7 34·7	+58 58
3293	OΣ 177	7·8	7 35·4	+37 41
3344	Σ 1139	8·9	7 42·5	+37 21
3343	σ 277	—	7 43·2	+54 23
3366	*h* 3301	8	7 44·5	+37 28
3367	Σ 1145	8·9	7 44·6	+39 5
3435	Σ 1161	8	7 52·5	+46 53
3443	Σ 1165	8	7 54·3	+54 53
3453	*h* 3305	9·10	7 54·4	+37 9
3468	Σ 1172	7·8	7 56·8	+55 2
3479	Σ 1174	8	7 57·5	+47 33
3496	Σ 1176	8	7 59·5	+42 17
3505	*h* 2428	9	8 0·8	+49 33
3540	*h* 2430	8	8 5·4	+53 [illegible]
3546	*h* 2431	10	8 7·2	+59 37
3560	OΣ 189	6·7	8 7·9	+43 22
3562	Σ 1199	8	8 8·5	+51 5
3565	Σ 1200	8	8 8·6	+50 5
3581	*h* 2434	10	8 9·1	+53 38
3561	Σ 1192	8	8 9·1	+60 32
—	β 1196	8·5	8 10·6	+59 [illegible]
3595	*h* 780	9·10	8 10·7	+34 7
3592	Σ 1205	8	8 11·4	+56 46
3603	Σ 1211	8·9	8 11·7	+39 14
3620	OΣ' 91	6·7	8 13·2	+35 22
3622	OΣ 190	7·8	8 13·7	+47 43
3630	*h* 2440	12	8 15·0	+50 53
3629	*h* 2439	11	8 15·1	+59 48
3631	OΣ' 92	7	8 16·0	+57 44
3639	*h* 1160	9	8 16·6	+47 3
3643	*h* 2442	11	8 17·1	+47 36
3645	Σ 1217	7·8	8 17·3	+45 17
3651	Σ'985	6·6	8 18·0	+42 20
3658	*h* 2443	9·10	8 18·7	+51 54
3674	Σ 1222	8	8 19·8	+37 53

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3687	*h* 2445	8·9	8ʰ 22ᵐ·2	+52° 23′
3691	Σ 1225	8·9	8 22·4	+51 32
3703	*h* 2447	11	8 23·3	+52 32
3737	*h* 1161	10	8 26·6	+46 16
3755	Σ 1242	8·9	8 29·0	+47 28
3765	Σ 1244	8	8 31·0	+42 9
3770	Σ′ 1015	9·0	8 31·4	+41 40
3773	*h* 2457	10	8 31·9	+47 50
3779	*h* 453	9	8 32·2	+34 50
3784	Σ 1251	8·9	8 33·2	+41 43
3794	*h* 793	10	8 34·3	+35 29
3818	Σ 1259	8	8 36·7	+38 41
—	β 209	8	8 36·7	+39 10
3827	Σ′ 1031	9·0	8 37·5	+38 41
3832	Σ 1263	7·8	8ʰ 38ᵐ·6	+42° 4′
3850	Σ 1259	8	8 40·7	+38 49
3865	Σ 1272	8	8 42·0	+34 58
3870	Σ 1274	7	8 42·7	+38 43
3878	Σ 1279	8	8 43·5	+39 58
3886	Σ 1282	7	8 44·5	+35 26
3916	Σ 1289	8	8 47·4	+43 59
3917	*h* 1163	9·10	8 48·4	+47 20
3924	Σ 3120	—	8 49·3	+44 3
3947	Σ 1296	8·9	8 53·0	+35 20
4034	*h* 2483	9·10	9 5·6	+36 32
4072	*h* 2491	—	9 10·6	+34 56
4084	Σ 1333	6·7	9 12·3	+35 47

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2273	6ʰ 41ᵐ·1	+60° 58′	*F, S, iR, r?*
2315	6 55·0	+50 44	*eF*
2320	6 58·0	+50 44	*pB, S, iR, gbM,* * 8, 120°
2321	6 58·1	+50 56	*vF*
2322	6 58·5	+50 40	*vF, vS, lE*
2326	7 0·6	+50 51	*vF, pL, iR, psmbM, st p*
2329	7 1·6	+48 46	*vF, vS, stell*
457′	7 1·8	+50 19	*eF*
2332	7 1·9	+50 21	*F, S, R, psbM*
458′	7 2·9	+50 17	*F, bM*
459′	7 2·9	+50 21	*eF*
460′	7 3·1	+50 22	*vF*
461′	7 3·1	+50 15	*vF, 3 F st f*
462′	7 3·3	+50 21	*vF*
463′	7 3·3	+50 17	*eF*
464′	7 3·4	+50 18	*F*
2340	7 3·6	+50 20	*pF, S, R, glbM, r*
465′	7 3·9	+50 25	*F*
2344	7 4·8	+47 21	*pB, pS, R, lbM*
470′	7 16·2	+46 16	*eF, eS, stell*
2419	7 31·4	+39 6	*pB, pL, lE 90°, vgbM,* * 7·8 267°, 4′ *dist*
2424	7 33·9	+39 28	*vF, pS, mE, lbM, r?*
2426	7 35·6	+52 34	*eF, R, vgbM, r,* * 8 *p*
471′	7 35·8	+49 55	*eF, pS, R*
2429	7 36·1	+52 36	*pF, pS, vmE,* * 12 *att*
472′	7 36·1	+49 53	*eeF, pS, R*
2431	7 37·6	+53 20	*eF, vS, R, bM*
2436	7ʰ 38ᵐ·4	+52° 19′	*vF, vS, R, bM*
2444	7 40·1	+39 17	*vF, mbM*
2445	7 40·2	+39 16	*vF, mbM, S* * *att s*
2446	7 40·8	+54 51	*F, am 4 st*
2456	7 46·2	+55 45	*vF, R, vgbM*
2457	7 46·8	+55 48	*F, pL, R*
2468	7 49·9	+56 37	*F, R, bM*
2476	7 50·0	+40 12	*vS* * in *eF, S neb*
2474	7 50·3	+53 8	*F, pS, E?, bM, S**?, *L** *nf*
2475	7 50·3	+53 8	Doppelnebel mit 2474
2484	7 51·8	+38 3	*vF, vS, R, bM, r?*
2488	7 53·7	+56 50	*vF, vS, R, glbM*
2493	7 53·7	+40 6	*cB, S, R, sbM*
2495	7 53·7	+40 7	*eF, vS*
2500	7 54·4	+51 2	*F, L, R, vgbM, r, am st*
2505	7 56·4	+53 43	*eF, vS*
2518, 2519	7 59·8	+51 24	2 *Neb, F, L, R, gbM,* $\Delta\alpha = 42^s$
2524	8 1·5	+39 27	*vF, S*
2528	8 2·4	+39 25	*F, S, R, bM*
2534	8 5·0	+55 58	*pF, pL, R, psbM,* * 8, 164°
2537	8 6·2	+46 17	⊕, *pB, pL, R, rrr, st* 20
2543	8 6·4	+36 34	*F, pL, iR, vgbM, D* * *nr*
2541	8 7·4	+49 23	*F, L, E, vgbM*
2549	8 10·9	+58 7	*pB, S, mE 0°, psmbM*
2552	8 11·7	+50 20	*eF, cL, lE* 45°
2600	8 27·2	+53 3	—

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2602	8ʰ 27ᵐ·6	+53° 11′	*eF, S, R,* ✱ 95°	2712	8ʰ 52ᵐ·8	+45° 17′	*pB, L, E,* [illegible]
2603	8 27·8	+53 8	*eF, vS*	2719	8 54·0	+36 7	*vF, S, E* 110° [illegible]
2605	8 27·9	+53 11	*F, S, lbM*	2724	8 55·6	+36 8	*eF, S,* [illegible]
2606	8 28·1	+53 7	*eF, S, R,* ✱ 310°	2746	8 59·8	+35 46	*eF, S, R,* [illegible] ✱ 12 [illegible]
2638	8 36·0	+37 35	*vF, vS, iF*				
2639	8 36·5	+50 34	*cB, S, E* 130°, *psmbM*	2759	9 2·1	+38 2	*vF, cS, R*
2649	8 37·8	+35 4	*F, L, R, r*	527′	9 3·5	+38 9	*eeF, pL, R,* [illegible]
2668	8 43·0	+37 5	*vF, vS, R, r*	2778	9 6·2	+35 26	*pB, S, R, psm*[illegible]
2666	8 43·1	+47 26	*Cl, lC*	2779	9 6·3	+35 28	*eF, vS*
2676	8 44·8	+47 57	*eeF, pS, R,* 4 *pB st nf*	2780	9 6·6	+35 20	*vF, S, R, S D* ✱ *p*
2691	8 48·3	+39 56	*pF, vS, mbM*	2793	9 10·7	+34 51	*vF, S, R, D* ✱ *p* [illegible]

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Lyncis .	6ʰ 53ᵐ 3ˢ	+55°28′·1	7·8—8·0	< 13	1874 Sept. 15 + 380ᵈ·0 *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	6ʰ 8ᵐ 41ˢ	+61° 32′·9	5·5	*OR*	10	7ʰ 33ᵐ 20ˢ	+38° 34′·3	[illegible]	[illegible]
2	6 44 35	+61 9·0	8·8	*R*	11	7 37 25	+39? 4·9	[illegible]	[illegible]
3	6 53 3	+55 28·1	*var*	*R. R* Lyncis	12	7 39 59	+37 45·7	5·3	[illegible]
4	7 5 35	+51 35·7	6·0	*OG*	13	8 1 52	+58? 33·2	6·2?	[illegible]
5	7 9 58	+59 5·2	7·7	*G*	14	8 16 0	+43 30·5	[illegible]	[illegible]
6	7 10 41	+48 41·3	9·0	*R*	15	8 18 42	+33? 20·1	[illegible]	[illegible]
7	7 20 56	+46 10·5	6·7	*R*	16	8 37 11	+37 4·4	7·2	[illegible]
8	7 21 20	+48 7·9	7·2	*R*	17	8 43 29?	+39? 57·9	[illegible]	[illegible]
9	7 23 28	+50 15·4	7·8	*R*	18	8 57 24	+39? 8·2	[illegible]	[illegible]

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	+35°	+45°	+55°	+60°	+65°	α	Δδ
6ʰ 0ᵐ	+40ˢ	+44ˢ	+50ˢ	+54ˢ	+60ˢ	6ʰ 0ᵐ	0′·0
6 30	+40	+44	+50	+54	+59	6 30	−0·4
7 0	+40	+44	+49	+53	+59	7 0	−0·8
7 30	+40	+43	+49	+52	+57	7 30	−1·3
8 0	+39	+43	+48	+51	+56	8 0	−1·6
8 30	+38	+42	+46	+49	+54	8 30	−2·0
9 0	+38	+40	+44	+47	+51	9 0	−2·3
9 30	+37	+39	+43	+45	+48	9 30	−2·6

Lyra. (Die Leyer.) PTOLEMÄI'sches Sternbild am nördlichen Himmel, genauer als Apollo's Leyer zu bezeichnen. Das Bild enthält u. a. den bekannten ringförmigen Nebel.

Die Grenzen sind folgende:

Von $18^h\ 20^m$, $+26°$, Stundenkreis bis $+30°$, Parallel bis $18^h\ 15^m$, Stundenkreis bis $+50°$, Parallel bis $19^h\ 8^m$, Stundenkreis bis $+46°$, Parallel bis $19^h\ 15^m$, Stundenkreis bis $+26°$, Parallel bis $18^h\ 20^m$.

Nach HEIS enthält Lyra: 1 Stern 1ter Grösse, 1 Stern 3ter Grösse, 5 Sterne 4ter Grösse, 8 Sterne 5ter Grösse, 52 Sterne 6ter Grösse, 2 Veränderliche, also 69 Sterne, welche mit blossem Auge gesehen werden können.

Lyra grenzt im Norden an Draco, im Osten an Cygnus, im Süden an Vulpecula und Hercules, im Westen an Hercules.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7386	h 1319	9	$18^h\ 16^m{\cdot}0$	+32° 9′	7508	h 1333	10	$18^h\ 34^m{\cdot}6$	+27° 0′
7394	h 1321	10	18 18·0	+39 17	—	β 50	8·5	18 34·6	+39 31
7391	h 1320	9·10	18 18·1	+30 58	7511	Σ 2358	8·9	18 34·8	+30 38
7414	Σ 2317	7	18 21·5	+26 1	7515	Σ 2362	7	18 34·9	+35 58
7416	h 1324	11	18 22·6	+28 37	7521	h 1335	10·11	18 35·7	+35 13
—	β 134	7·5	18 22·6	+46 15	7522	h 1336	10	18 36·6	+30 11
7423	OΣ 351	7	18 22·6	+48 42	7523	Σ 2367	7	18 36·6	+30 11
—	β 264	8·5	18 22·9	+27 17	7529	h 1337	9	18 37·1	+31 28
7420	h 1325	11	18 23·0	+29 46	7538	h 1339	8·9	18 37·6	+46 0
7426	OΣ 352	7	18 23·6	+46 45	7536	Σ 2371	8·9	18 38·2	+27 33
—	β 424	8·5	18 24·0	+35 51	7541	Σ 2372	7	18 38·5	+34 39
7435	Σ 2327	7	18 25·3	+29 51	7542	h 1340	10·11	18 38·7	+32 25
7438	h 1326	10	18 25·4	+32 14	7549	h 1341	—	18 39·3	+39 32
7439	Σ 2328	7	18 25·6	+29 51	7547	Σ 2374	8·9	18 39·5	+27 37
7440	Σ′ 2103	8·0	18 25·7	+29 54	7554	Σ 2378	8·9	18 39·8	+35 27
—	β 420	8·5	18 26·6	+37 6	7553	Σ 2376	8	18 39·9	+30 18
7451	Σ 2335	8·9	18 27·2	+34 12	7558	Σ 2380	8	18 40·0	+44 50
7453	Σ 2333	7·8	18 27·4	+32 11	7560	Σ′ 2147	8·2	18 40·8	+35 25
7458	Σ 2338	8	18 27·6	+38 36	7561	OΣ² 172	7·8	18 40·9	+33 54
7462	h 1328	9·10	18 27·6	+41 50	7567	h 1342	9	18 40·9	+43 23
7466	Σ 2340	8·9	18 29·2	+31 31	7565	Sh 277	—	18 41·0	+39 32
7470	OΣ² 171	7	18 29·6	+38 45	7564	Σ 2382	5	18 41·0	+39 34
7473	OΣ 356	7·8	18 30·0	+40 5	7566	Σ 2383	5·6	18 41·1	+39 30
—	β 1253	6·2	18 30·2	+30 29	7569	β 968	4·0	18 41·3	+37 30
7474	Σ′ 2114	8·0	18 30·6	+28 41	7572	Σ 2387	8	18 41·5	+38 13
7478	Σ 2344	8·9	18 31·0	+28 40	7568	Σ 2381	8	18 41·6	+28 9
7485	h 1330	11·12	18 31·9	+30 31	7574	Σ 2386	8·9	68 41·7	+35 26
7493	Σ 2349	5·6	18 32·9	+33 23	7576	Σ 2393	7	18 41·8	+38 13
7497	Σ 2351	7·8	18 33·0	+41 11	7578	Σ 2392	8·9	18 41·8	+39 7
7498	Σ 2352	6	18 33·2	+34 47	7586	h 1346	9	18 41·8	+45 44
7501	Σ′ 2123	1	18 33·5	+38 41	7573	h 1343	11	18 41·9	+27 13
7502	Σ 2354	8·9	18 33·6	+38 37	7588	Σ 2394	8·9	18 42·1	+41 58
7505	Σ 2356	8	18 34·4	+28 36	7582	Σ 2390	7·8	18 42·2	+34 25

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0		δ 1900·0	
7590	Σ 2395	8	18h	42m·2	+46°	2′
—	β 51	8·5	18	42·4	+39	34
7585	h 1345	13	18	42·5	+31	10
7594	h 1347	9·10	18	43·3	+28	19
7598	Σ 2397	7·8	18	43·4	+31	17
7612	h 1348	11	18	44·4	+45	58
7616	h 1351	9·10	18	45·0	+43	45
7613	h 1349	9	18	45·1	+33	12
7619	Σ 2407	9	18	45·8	+33	8
7618	Σ 2406	7	18	45·9	+26	18
7620	Σ′2174	5·5	18	46·0	+32	41
7621	h 1352	8	18	46·2	+29	41
7624	Σ′2175	3·0	18	46·4	+33	14
—	β 421	8·5	18	48·7	+43	16
7643	h 1354	10	18	49·5	+36	14
7645	h 1355	10	18	50·1	+27	11
7650	*Hh* 586	—	18	50·2	+36	51
—	β 137	8	18	50·3	+37	16
7659	Σ′2187	7·0	18	51·2	+33	50
7657	Σ 2418	8	18	51·3	+26	53
7663	Σ 2419	8·9	18	51·6	+29	6
7670	Σ 3130	—	18	52·3	+44	5
7669	Σ 2421	8	18	52·4	+33	39
7671	Σ 2422	8	18	53·1	+25	58
—	β 648	6·0	18	53·2	+32	47
7678	h 1356	9	18	53·4	+45	22
7684	h 1357	8	18	54·2	+45	42
7686	Σ 2427	8·9	18	54·6	+38	5
7688	h 1358	9·10	18	54·6	+43	17
7689	Σ 2429	8·9	18	54·9	+36	17
—	β 649	8·5	18	55·1	+32	21
7690	Σ′2199	3·5	18	55·2	+32	33
7691	Σ 2430	8	18	55·5	+29	27
7695	Σ 2431	7	18	55·5	+40	32
7698	h 2850	10·11	19	56·6	+23	9
7710	*Hh* 593	—	18	57·0	+41	5
7711	h 1360	14	18	57·2	+36	31
7712	h 1361	9	18	57·5	+29	8
7729	h 1632	5·6	18	58·6	+46	48
7723	Σ 2441	8	18	58·9	+31	15
—	β 52	8	18	59·4	+25	54
7737	Σ 2448	8	19	0·1	+35	36
7742	h 1364	10·11	19	0·2	+44	19
—	β 359	8·0	19	1·0	+23	15
7745	h 1365	9·10	19	1·1	+26	59
7749	*Dawes* 9	7·3	19	1·2	+43	44
7751	Σ 2453	8	19	1·8	+39	58

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0		δ 1900·0	
7752	Σ 2454	8·9	19h	2m·3	+13°	[illegible]
7756	Σ 2456	8	19	2·3	+38	[illegible]
7754	Σ′2228	7·9	19	2·4	+35	42
7757	h 1366	9·10	19	2·6	+31	[illegible]
7758	Σ 2458	8·9	19	2·9	+27	36
7764	Σ 2463	8	19	3·1	+45	[illegible]
7760	Σ 2459	8·9	19	3·3	+25	[illegible]
7762	Σ 2461	5	19	3·5	+32	[illegible]
7766	Σ 2465	8	19	3·9	+30	[illegible]
7767	Σ 2466	8	19	4·0	+29	[illegible]
7776	h 1369	11	19	4·3	+46	[illegible]
7777	Σ 2469	7·8	19	4·4	+38	46
7775	Σ 2467	8·9	19	4·5	+30	[illegible]
7779	Σ′2242	8·0	19	4·8	+30	[illegible]
7780	h 1370	8	19	4·8	+40	[illegible]
7785	Σ 2473	8·9	19	5·0	+37	44
7782	Σ 2470	8·9	19	5·1	+34	[illegible]
7786	Σ 2472	7·8	19	5·1	+37	[illegible]
7788	Σ 2474	7	19	5·4	+34	[illegible]
7808	h 1374	9	19	7·2	+44	[illegible]
7805	Σ 2480	7	19	7·7	+26	[illegible]
7811	h 2857	9·10	19	7·7	+41	[illegible]
7810	Σ 2481	8	19	7·8	+38	[illegible]
7813	h 1375	10	19	8·5	[illegible]	[illegible]
7814	Σ 2483	7·8	19	9·5	[illegible]	[illegible]
7827	Σ′2257	8·0	19	10·1	[illegible]	[illegible]
7833	Σ 2487	4	19	10·4	[illegible]	[illegible]
7834	*O*Σ 366	7·8	19	10·6	+34	[illegible]
7837	h 1379	10·11	19	10·8	+31	[illegible]
7841	*O*Σ 367	7	19	10·8	+34	[illegible]
—	β 975	7·4	19	10·8	+34	[illegible]
7851	*O*Σ 371	7	19	11·9	+27	[illegible]
7854	Σ 2491	7	19	12·2	[illegible]	[illegible]
7861	*Hh* 608	—	19	12·9	+37	[illegible]
7859	Σ 2493	7	19	13·0	+32	[illegible]
7864	Σ 2495	7	19	13·7	[illegible]	[illegible]
—	β 360	8·0	19	15·0	+33	[illegible]
7880	h 1383	10·11	19	15·4	[illegible]	[illegible]
7887	Σ 2502	8	19	15·6	[illegible]	
7888	*O*Σ² 181	7	19	16·0	[illegible]	[illegible]
7895	Σ 2505	8·9	19	16·2	+33	[illegible]
7898	h 1385	11	19	16·4	+45	[illegible]
7903	Σ 2507	8	19	16·6	+44	[illegible]
7902	Σ 3131	—	19	16·8	[illegible]	[illegible]
7905	h 1388	9·10	19	17·6	[illegible]	[illegible]
7904	h 2867	9	19	17·7	[illegible]	[illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6640	$18^h\ 24^m{\cdot}5$	$+34°\ 14'$	*vF, S, R, vlbM*
1288'	18 26·0	+39 40	*vF, S, lE, 3 st m*
6646	18 26·4	+39 48	*F, S, iF*
1289'	18 26·6	+39 55	*eeF, pS, lE, 3 st nr*
6657	18 29·4	+33 59	*vF, vS, sbM*
6662	18 30·4	+31 59	*F* * in *vF, vS, lE neby*
6663	18 30·4	+40 2	*eeF, pS, R, v diffic*
6665	18 30·7	+30 38	*vF, vS*
6666	18 31·1	+33 30	*eF, S, R, v diffic*
6672	18 33·2	+42 52	2 nahe Sterne, der nördl. nebl.
9671	18 33·4	+26 20	*vF, vS, R, mbM*
6675	18 34·2	+39 58	*vF, E*
6685	18 36·6	+39 57	*eeF, vS, R, v diffic*
6686	18 36·7	+40 6	*eeF, eS, R, v diffic*
6688	18 37·2	+36 16	*F, pS, R, bM*
6692	18 38·1	+34 45	*vF, vS, irr E, sev vF st inv*
6693	18 38·1	+36 49	*vF*
6695	18 39·5	+40 16	*vF, S, irr E ns, vlbM*
6700	18 42·3	+32 10	*eF, lE, dif, iR*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6702	$18^h\ 44^m{\cdot}2$	$+45°\ 36'$	*pF, S, lE*
6703	18 44·4	+45 26	*B, S, R, mbM*
6711	18 46·2	+47 32	*vF, pS, R, lbM*
6710	18 46·5	+26 43	*vF, S, R, bM*
1294'	18 46·6	+40 8	*eeF, S, iR, v diffic, F* * *nf* nahe
6713	18 47·1	+33 51	*vF, S, R, bM*
1296'	18 49·6	+32 57	*eF, pS, iR*
6720	18 49·9	+32 54	*!!!*, ◎, *B, pL, cE* (Ringnebel)
6731	18 53·8	+42 56	*vF*
6742	18 56·6	+48 18	*vF, stell*
6740	18 56·9	+28 38	*eeF, S*
6743	18 57·5	+29 8	*Cl, pL, P, st* 11 . . 12
6745	18 58·4	+40 36	*vF, lE ns*
6766	19 7·1	+46 6	○, *stell*
6765	19 7·2	+30 33	*F, S, E*
6767	19 8·1	+37 33	*vF, S, R, stell, S* * *nr n*
6779	19 12·7	+30 0	⊕, *B, L, iR, gvmCM, rrr st* 11 . . . 14

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maxim.	Grösse Minim.	Periode, Bemerkungen
T Lyrae . .	$18^h 28^m 54^s$	$+36° 55'{\cdot}0$	7·2	7·8	
β „ . .	18 46 23	+33 14·8	3·4	4·5	Min. 1885 Jan. $6^d 15^h{\cdot}0 + 12^d 21^h 47^m 23^s{\cdot}27\ E +$ $+ 0^s{\cdot}315938\ E^2 - 0^s{\cdot}00001211\ E^3$
R „ . .	18 52 17	+43 48·8	4·0	4·7	1887 Oct. 14 + $46^d{\cdot}4\ E$
V „ . .	19 5 9	+29 30·0	9·1	< 12·0	1893 Aug. 24 + $377^d\ E$?
S „ . .	19 9 6	+25 50	9·0	12·0	1893 Juli 15 + $430^d\ E$?
U „ . .	19 16 37	+37 41·7	8·3	< 11	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$18^h 18^m 59^s$	$+49° 4'{\cdot}2$	5·1	*O*	10	$18^h 38^m 51^s$	$+36° 27'{\cdot}1$	7·0	*O*
2	18 21 21	+38 40·6	9·5	?	11	18 39 22	+36 51·6	7·5	*RR*
3	18 24 2	+31 8·2	7·7	*OR*	12	18 39 58	+39 12·0	6·5	*OR*
4	18 28 52	+36 54·9	*var*	*RR*	13	18 41 13	+33 5·1	7·7	*OR*
5	18 29 30	+38 45·9	6·8	*OR*	14	18 41 41	+32 40·0	7·2	*O*
6	18 30 44	+38 21·6	7·1	*G*	15	18 48 25	+46 37·7	8·3	*OR*
7	18 32 16	+37 35·1	8·0	*OR*	16	18 50 4	+40 52·2	6·8	*O*
8	18 34 6	+37 41·6	7·0	*R*	17	18 51 0	+36 46·3	4·5	*R*
9	18 34 48	+39 35·0	6·5	*O*	18	18 51 21	+42 24·4	8·5	*OR*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
19	$18^h 52^m 17^s$	+43° 48′·8	*var*	*O, R* Lyrae	24	$19^h 1^m 7^s$	+30° 34′·9	6·3	*O*
20	18 53 43	+38 39·8	7·6	*O*	25	19 4 12	+30 28·2	7·8	*OR*
21	18 55 16	+47 17·0	8·2	*O*	26	19 10 34	+38 48·0	7·7	*OR*
22	18 55 31	+40 32·5	6·5	*OG*	27	19 11 33	+30 21·0	5·8	*OR*
23	18 56 15	+32 0·2	5·0	*G*	28	19 12 53	+30 57·5	8·0	*OR*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	+25°	+35°	+45°	+50°	α	
$18^h 0^m$	$+25^s$	$+22^s$	$+18^s$	$+15^s$	$18^h 0^m$	0′·0
18 30	+25	+22	+18	+15	18 30	+0·4
19 0	+25	+22	+18	+16	19 0	+0·8
19 30	+25	+22	+19	+16	19 30	+1·3

Mensa oder eigentlich *Mons mensae.* (Der Tafelberg.) Von Lacaille zum Andenken an seinen Aufenthalt am Kap eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel. Die Grenzen sind nach der Uranometria die folgenden:

Von $3^h 30^m$, — 75°, Stundenkreis bis — 85°, Parallel bis $7^h 40^m$, Stundenkreis bis — 75°, Parallel bis $6^h 35^m$, Stundenkreis bis — 70°, Parallel bis $4^h 35^m$, Stundenkreis bis — 75° und Parallel bis $3^h 30^m$.

Das Sternbild zählt nach der Uranometria 2 Sterne 5ter Grösse, 18 Sterne 6ter Grösse, zusammen 20, dem blossen Auge sichtbare Sterne.

Mensa grenzt im Norden an Dorado, im Osten an Volans und Chamaeleon, im Süden an Octans und im Westen an Hydrus.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1334	*h* 3585	11	$3^h 31^m·7$	−84° 47′	2289	*h* 3795	5	$5^h 35^m·8$	−7[illegible]° 23′
1400	*h* 3595	—	3 34·3	−82 58	2377	*h* 3817	9	5 43·7	−8[illegible] [illegible]
1440	*h* 3605	9	3 42·8	−82 58	2369	*h* 3814	10	5 45·7	−74 53
1448	*h* 3607	8	3 43·7	−81 11	2624	*h* 3855	10	6 15·8	−74 [illegible]
1465	*h* 3612	8	3 47·7	−80 21	2694	*h* 3868	7	6 22·4	−75 2
1518	*h* 3624	10	4 0·5	−75 2	2726	*h* 3872	10	6 23·1	−79 57
1588	*h* 3640	9	4 10·3	−76 8	2713	*h* 3870	8	6 25·3	−72 4
1798	*h* 3692	6	4 32·1	−83 7	2762	*h* 3879	10	6 31·1	[illegible]
1927	*h* 3721	8	4 53·0	−80 49	2812	*h* 3888	7	6 34·8	[illegible]
1929	*h* 3722	9	5 1·1	−74 26	2835	*h* 3892	9	6 35·3	−81 [illegible]
1982	*h* 3733	9	5 1·4	−79 33	2892	*h* 3899	10	6 42·4	[illegible] 34
2014	*h* 3741	6	5 5·6	−78 26	2989	*h* 3926	10	6 55·9	−77 1
2035	*h* 3746	8	5 13·2	−72 11	3013	*h* 3932	8	6 59·0	−77 [illegible]
2073	*h* 3754	10	5 15·4	−70 4	3296	*h* 3987	7	7 27·2	−78 [illegible]
2203	*h* 3773	9	5 21·4	−82 24	3349	*h* 3996	6	7 28·2	−84 [illegible]
2241	*h* 3783	7	5 32·1	−71 59	3251	*h* 3975	9	7 31·9	−81 [illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1520	4h 0m·8	−77° 6′	*Cl, pL, lRi, st* 9—10
1702	4 50·2	−70 2	*Cl, vF, S*
1711	4 51·4	−70 9	⊕, *B, S, iR, rrr, st* 14
1754	4 55·2	−70 36	*F, S, R,* * 13 *att.* 135°
1766	4 56·9	−70 23	*eF, S, gbM*
1777	4 57·4	−74 29	*eF,* : 9 *att. f*
1775	4 57·9	−70 35	*eF, pL, iR*
1789	4 59·3	−72 2	*vF, pS, R, vglbM*
1791	5 0·0	−70 18	*eF, S, R*
1841	5 0·6	−84 10	*pF, L, iR, vsbM, r*
1813	5 3·5	−70 27	*vF, S, R, r*
1815	5 3·5	−70 45	*F, vS, R, vlbM, am st*
1823	5 4·5	−70 29	*Cl, pF, L, iF, st* 12 . . . 15
1833	5 5·5	−70 52	*vF, pL,* der erste einer Gruppe
1837	5 6·0	−70 51	*Cl, L, Ri, st sc*
1840	5 6·2	−71 53	*F, R, bM, r* (α Min. ?)
1845	5 7·2	−70 42	*Cl, vlCM, st* 9 . . . 16
1848	5 7·6	−71 19	*Cl, vlC, st* 9 . . .
1861	5 11·6	−70 54	*eF, pL, R, gvlbM*
1878	5 14·0	−70 35	*vF, lE, gvlbM, r*
1890	5 15·4	−72 11	*vF, S, R, glbM*
1914	5 19·1	−71 21	*F, L, iE*
1943	5 23·5	−70 15	*pF, pS, iR, vglbM,* * 15, 190°·6, 60″
1944	5 23·7	−72 34	*pB, pL, R, bM*
1956	5 24·6	−77 50	*eF, S, gbM*
1987	5 28·5	−70 49	*F, L, iR,* 3 *st p*
1986	5 28·6	−70 3	*B, pL, R, gbM*
2000	5 29·1	−71 57	*F, pL, R, vlbM*
2012	5 29·6	−79 56	*vF, S, lE, bM,* 2 *st* 9 *nf*
2010	5 31·8	−70 54	*F, cL, R, vglbM*
2016	5 32·6	−70 1	*F, vL, iR, gbM*
2018	5 32·7	−71 9	*pB, pL, R, pglbM,* * 10 *p inv*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2019	5h 33m·1	−70° 14′	*B, pL, gbM*
2025	5 34·2	−71 46	*vB, vS, lE, gmbM, r*
2028	5 34·8	−70 1	*vF*
2031	5 35·0	−71 4	⊕, *B, pL, R, gbM, rr*
2038	5 35·9	−70 37	*pB, S, R, gbM,* * 9 *np* 5′
2043	5 36·7	−70 9	*S, F st inv* in *F neby*
2046	5 36·7	−70 18	*vF, R, gbM*
2047	5 37·0	−70 15	*F, S, lE*
2051	5 37·5	−71 4	*pB, S, R, gbM*
2056	5 37·8	−70 44	*pB, R, bM,* * 9
2057	5 38·0	−70 19	*pF, S, R, gbM*
2058	5 38·0	−70 13	*vB, pL, R, gbM*
2059	5 38·0	−70 11	*vF*
2065	5 38·7	−70 17	*B, R*
2066	5 38·9	−70 14	*vF, vS, E*
2072	5 39·5	−70 17	*vF, S*
2075	5 39·7	−70 44	*B, R, bM, rr*
2103	5 43·2	−71 23	*pB, L, pmE, gbM* * 13
2107	5 44·4	−70 41	*pB, pS, R, gbM*
2111	5 45·9	−71 2	*vF, S, R, gbM*
2121	5 49·7	−71 30	*vF, cL, vgbM*
2122	5 49·9	−70 6	*Cl, pB, iF, gvmCM, st* 15
2144	5 51·6	−82 9	*F, pS, iR, bM*
2133	5 52·9	−71 12	*F, pL, R, gpmbM*
2134	5 53·3	−71 7	⊕, *B, pL, R, gmbM, r*
2145	5 55·7	−70 56	*F, lE, r*
2161	5 58·4	−74 21	*F, pL, R, gpmbM*
2173	6 0·1	−72 59	*pF, pL, R, gmbM*
2171	6 0·2	−70 43	*eF, L, R, glbM*
2190	6 3·9	−74 43	*vF, pL, R, glbM*
2199	6 7·0	−73 23	*F, vS, R, bM*
2203	6 8·1	−75 25	*pB, pL, iR, vgpmbM, r*
2209	6 11·1	−73 49	*vF, cL, R, gvlbM*
2213	6 12·1	−71 30	*vF, S, R, glbM,* ∴ *p*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−70°	−75°	−80°	−82°	−84°	α	Δδ
3h 30m	+2s	− 9s	−29s	−45s	−69s	3h 30m	+2′·0
4 0	−1	−12	−35	−51	−79	4 0	+1·6
4 30	−3	−15	−39	−57	−86	4 30	+1·3
5 0	−4	−17	−42	−61	−91	5 0	+0·8
5 30	−5	−18	−43	−63	−95	5 30	+0·4
6 0	−6	−19	−45	−64	−96	6 0	0·0

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

$\Delta\alpha$ in Secunden $\Delta\delta$ in Minuten

α \ δ	−70°	−75°	−80°	−82°	−84°	α	
6h 30m	−5s	−18s	−43s	−63s	−95s	6h 30m	−0'·4
7 0	−4	−17	−42	−61	−91	7 0	−0·8
7 30	−3	−15	−39	−57	−86	7 30	−1·3
8 0	−1	−12	−35	−51	−79	8 0	−1·6

Microscopium. (Das Microscop.) Ein von LACAILLE eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel.

Die Uranometria giebt folgende Grenzen:

Von 20h 20m, — 28°, Stundenkreis bis — 45° 30', Parallel bis 21h 20m, Stundenkreis bis — 28°, Parallel bis 20h 20m.

Nach der Uranometria enthält das Sternbild 6 Sterne 5ter Grösse, 26 Sterne 6ter Grösse, also in Summa 32 Sterne, welche das unbewaffnete Auge sehen kann.

Microscopium grenzt im Norden an Capricornus, im Osten an Piscis austrinus und Grus, im Süden an Indus, im Westen an Sagittarius.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8547	h 5201	10	20h 22m·0	−44° 22'	8774	h 5229	8	20h 45m·6	−43° [illegible]
8571	h 5203	10	20 24·8	−39 28	8801	h 5234	9	20 49·0	−34 [illegible]
8580	h 5205	8	20 25·3	−35 52	8818	h 5236	10	20 51·5	−3[illegible] 6
8588	h 5206	8	20 26·5	−31 43	8829	Δ 236	6	20 53·4	−43 24
8614	h 5207	8	20 28·5	−34 15	8835	h 5238	9	20 54·3	−44 4[illegible]
8623	h 5208	10	20 29·7	−38 34	—	β 765	7·0	20 54·5	−35 [illegible]
8661	h 5211	6	20 34·2	−42 46	8863	h 5242	8	20 59·1	−32 4[illegible]
8687	h 5213	9	20 36·2	−30 53	8913	h 5248	11	21 5·2	−31 [illegible]
8697	h 5215	9	20 37·2	−35 54	8914	h 5249	8	21 5·8	−38 34
8717	h 5216	9	20 39·2	−37 58	—	β 251	7	21 6·1	−31 [illegible]
8719	h 5218	7	20 39·3	−30 50	8937	h 5253	8	21 8·0	−38 54
8721	h 5219	11	20 39·6	−35 4	8942	h 5254	7	21 8·8	−39 5[illegible]
8746	h 5222	8	20 42·0	−44 21	9001	h 5263	8	21 15·0	−31 2[illegible]
8763	h 5224	5	20 43·7	−34 9	9009	h 5264	9	21 17·2	−35 34
8765	h 5225	7	20 44·4	−41 37	—	β 766	5	21 18·1	−41 5[illegible]
8767	h 5227	—	20 44·6	−38 17	9030	h 5266	8	21 18·5	−31 [illegible]
8769	h 5228	8	20 45·1	−41 17					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6919	20h 24m·8	−44° 33'	*eF, pS, R, vgvlbM*	6983	20h 50m·0	−44° 21'	*eF, cS, R*
6923	20 25·5	−31 10	*pF, cS, R, gbM, bet 2 st*	6998	20 55·7	−28 25	*eeF, eS*
6925	20 28·1	−32 19	*cB, L, mE 6°, pslbM*	6999	20 56·0	−28 27	*eeF, eS*
6947	20 35·0	−32 50	*vF, L, R, gbM*	7057	21 18·6	−42 54	*eF, vS, R*
6958	20 42·2	−38 22	*B, cS, R, pgmbM, 4 st p*	7060	21 19·5	−42 50	*vF, pS, R*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Microscopii .	$20^h 33^m 58^s$	−29° 8′·6	8·0	12·0	1895 Nov. 12 + 138^d·8 *E*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−30°	−40°	−45°	α	
20^h 0^m	+38^s	+41^s	+43^s	20^h 0^m	+1′·6
20 30	+37	+40	+42	20 30	+2·0
21 0	+37	+39	+40	21 0	+2·3
21 30	+36	+38	+39	21 30	+2·6

Monoceros. (Das Einhorn.) Dieses Sternbild war um die Mitte des 16. Jahrhunderts als »Ross« bekannt und wurde dann später von Bartsch als »Einhorn« eingeführt. Es liegt am Aequator, doch grösstenteils südlich von demselben.

Die Grenzen wurden folgendermaassen gewählt:

Von 6^h 12^m, + 13°, Stundenkreis bis − 4°, Parallel bis 5^h 50^m, Stundenkreis bis − 11°, Parallel bis 8^h 5^m, Stundenkreis bis 0°, Parallel bis 7^h 10^m, Stundenkreis bis + 5°, Parallel bis 6^h 56^m, Stundenkreis bis + 13°, und Parallel bis 6^h 12^m.

Heis erkennt mit blossen Auge: 4 Sterne 4ter Grösse, 15 Sterne 5ter Grösse, 90 Sterne 6ter Grösse, ausserdem 1 Variablen und 2 Sternhaufen, also zusammen 112 Objecte.

Monoceros grenzt im Norden an Gemini und Canis minor, im Osten an Hydra, im Süden an Argo und Canis major, im Westen an Orion.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2373	*h* 33	11	5^h 52^m·0	− 7° 1′	2519	*h* 2304	9	6^h 8^m·7	−10° 48′
2374	*h* 34	—	5 52·3	− 7 3	—	β 323	8	6 9·7	− 1 41
2381	Σ 823	8·9	5 52·9	− 7 40	—	β 566	8·5	6 9·7	− 4 32
2404	*h* 2289	10	5 56·5	− 4 49	2526	*h* 384	4·5	6 10·0	− 6 14
—	β 16	5·5	5 57·1	−10 36	—	β 567	7·5	6 10·6	− 4 53
2437	*Hh* 212	—	6 1·0	− 5 . . .	—	β 18	7·5	6 12·0	−12 0
2438	*h* 2293	10	6 1·1	− 7 24	—	β 1019	8·0	6 12·4	− 3 0
—	β 17	6	6 3·7	−11 7	2546	*h* 37	11	6 12·7	− 6 18
2472	*h* 35	12	6 3·8	− 7 28	2548	*h* 2310	9	6 12·8	− 4 12
2480	*h* 2298	8·9	6 4·6	− 6 19	2561	Σ 891	7	6 14·1	+12 20
—	β 1242	8·6	6 4·7	− 6 18	2564	Σ 892	8	6 14·2	+12 22
2493	Σ 869	8	6 6·0	− 9 49	2566	*h* 2312	10	6 14·4	− 5 15
2498	*A.C.* 3	6·5	6 6·8	− 4 38	2573	Σ 895	8	6 15·5	+ 5 48
2508	*h* 36	11	6 7·9	− 6 5	2572	*h* 725	8·9	6 15·5	+ 9 47

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2583	*h* 2315	13	6ʰ 16ᵐ·2	− 7° 15′	2761	Σ 949	9	6ʰ 35ᵐ·6	+ 5° 42
2582	Σ 898	9	6 16·4	+11 2	2757	Σ 3117	—	6 35·6	+ 9 [illegible]
2592	*h* 387	10	6 17·7	− 2 56	2760	Σ 953	7·8	6 35·7	+ 9 5
2590	*h* 726	—	6 17·7	+ 8 58	2759	Σ 954	8	6 35·7	+ 9 34
2595	*h* 38	12	6 17·9	− 5 47	2758	Σ 952	8·9	6 35·7	+10 2
2597	*h* 2316	11	6 18·0	−10 48	2764	Σ 3118	—	6 36·0	+ 9 [illegible]
2598	Σ 900	4	6 18·5	+ 4 39	2767	*h* 2335	9·10	6 36·2	+ 1 17
2605	*h* 727	11	6 19·5	− 0 10	2770	Σ 955	8	6 36·3	− 7 [illegible]
2603	Σ 901	8	6 19·5	+10 35	2774	*h* 41	—	6 37·0	− 6 [illegible]
—	β 569	8·2	6 20·7	−10 53	2775	*Hh* 245	—	6 37·4	+ 9 [illegible]
2625	*h* 728	9	6 21·5	− 1 47	2777	Σ 956	8	6 37·5	+ 1 [illegible]
2627	Σ 910	8	6 21·6	+ 0 30	2797	*h* 1158	12	6 40·8	−10 46
2633	Σ 914	7·8	6 22·1	− 7 27	2796	*h* 738	10	6 40·8	−10 42
2636	Σ 915	8·9	6 22·9	+ 5 20	2805	*h* 42	9	6 41·6	− 6 [illegible]
2638	*Schj.* 4	9	6 23·0	− 5 53	2806	Σ 967	8	6 41·7	− 6 3
2639	*S.C.C.*249	—	6 23·0	− 4 42	2803	σ 246	—	6 41·9	+ 8 [illegible]
2649	*Hh* 226	—	6 23·9	− 7 3	2807	Σ 965	8	6 42·2	+11 3
2650	β 570	5	6 24·1	− 6 58	2811	*O*Σ 157	7	6 42·6	+ 0 32
2656	*h* 729	10	6 24·3	− 6 24	2819	Σ 969	7	6 43·2	−11 1
2654	*O*Σ 142	7	6 24·6	+ 7 11	2827	*h* 43	—	6 44·1	− 6 [illegible]
2652	*h* 3283	11	6 24·6	+12 41	2829	*h* 4344	10	6 44·2	− 9 [illegible]
2659	Σ 920	8	6 25·2	+ 4 24	2828	*h* 44	12	6 44·3	− 6 [illegible]
2663	Σ 921	5	6 25·6	+11 20	—	β 897	6·6	6 45·7	− 0 24
2669	*O*Σ 144	7	6 26·1	+ 3 0	2845	*h* 399	12	6 45·8	− 3 8
2675	*h* 731	9	6 26·1	− 9 39	2847	*h* 2347	9·10	6 46·1	+ 5 41
2672	Σ 926	7	6 26·3	+ 5 41	2852	*h* 2349	10	6 46·2	−10 [illegible]
2680	Σ 927	—	6 26·7	+ 5 1	2854	*h* 741	8	6 46·5	− 9 [illegible]
2682	*H* 234	—	6 26·8	+ 5 3	2853	*h* 740	8·9	6 46·6	+ 0 35
2678	*O*Σ 146	6	6 26·8	+11 45	2868	*h* 2352	9	6 48·5	− 0 [illegible]
2685	*h* 732	10	6 27·2	− 0 35	2871	*O*Σ² 79	7	6 48·7	+ 6 42
—	β 98	8	6 27·7	− 5 16	2874	*h* 2353	8·9	6 48·8	− 5 27
2690	Σ 930	8	6 27·8	+ 8 6	2878	Σ 988	8·9	6 49·0	− 9 43
2692	Σ 931	9·10	6 28·0	+ 8 6	2875	Σ 985	8	6 49·0	− 4 [illegible]
2697	*h* 2322	10	6 28·4	+ 2 1	2881	Σ 987	8	6 49·3	− 5 44
2699	*h* 2324	10	6 28·6	+ 2 4	2879	Σ 989	9	6 49·4	+ 3 42
2708	*h* 394	7	6 29·3	− 2 59	2877	Σ 986	8	6 49·4	+ 9 37
2714	Σ 939	8	6 29·6	+ 5 24	2882	*h* 45	10	6 49·5	− 6 [illegible]
2711	*h* 733	10	6 30·2	− 2 2	2886	*h* 743	11	6 50·5	− 6 43
2723	*h* 734	10	6 31·2	− 9 23	2887	Σ 992	8	6 50·9	− 9 [illegible]
2728	*S* 529	—	6 32·2	+12 21	—	β 326	7·2	6 51·0	− 0 27
2736	*h* 40	11	6 32·6	− 5 34	2888	*h* 745	9	6 51·2	− 1 [illegible]
2743	*h* 2327	10	6 33·9	−10 21	2894	Σ 995	8·9	6 51·8	+11 9
2742	*h* 736	11	6 34·0	− 6 13	2902	Σ 999	8	6 51·9	− [illegible] 52
2748	*h* 737	9	6 34·5	− 6 9	2901	Σ 998	8	6 52·0	− 5 [illegible]
2746	*h* 2329	10·11	6 34·5	+ 3 39	2904	*h* 46	9	6 52·3	− 6 [illegible]
2752	*h* 2331	7·8	6 35·0	+ 3 39	—	β 327	8·0	6 53·5	− 2 [illegible]
2750	*Demb.* 4	—	6 35·2	+10 0	—	β 1060	7·0	6 53·7	+ 3 [illegible]
2753	Σ 951	8	6 35·3	+ 9 54	2918	Σ 1003	8·9	6 54·0	− 9 [illegible]
2763	*h* 2333	11	6 35·4	− 4 58	2921	*h* 746	10	6 54·6	− [illegible] [illegible]
2756	Σ 950	6	6 35·5	+10 0	2933	Σ 1010	8	6 54·8	− 2 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2924	*h* 3287	9·10	6h 54m·9	+ 0° 5′
—	β 99	8	6 55·0	+12 52
—	β 100	8	6 55·3	+12 35
2948	*h* 748	9	6 58·1	— 8 13
2958	*O*Σ² 82	7	6 59·3	+ 1 38
2962	Σ 1015	8·9	7 0·0	— 5 38
2971	*h* 47	—	7 1·0	— 6 2
2973	*h* 750	9	7 1·2	— 2 9
2994	*h* 2362	9·10	7 2·9	+ 3 31
2996	Σ 1029	8	7 3·0	— 4 31
3000	Σ 1028	8·9	7 3·5	—10 28
3004	Σ 1030	8	7 4·0	— 8 31
3007	Σ 1034	9	7 4·6	— 8 9
3011	Σ 1036	8·9	7 5·3	— 5 58
3028	Σ 1043	9	7 7·1	— 0 30
—	β 196	9	7 7·4	— 5 16
3032	Σ 1045	8	7 7·7	— 3 0
3029	*h* 2364	11	7 7·7	+ 4 48
3030	*h* 2365	9·10	7 7·8	+ 3 39
—	β 197	8	7 8·0	— 6 59
3035	*h* 48	10	7 8·3	— 5 25
3040	Σ 1049	7·8	7 8·9	— 8 45
3037	Σ 1048	8·9	7 9·0	+ 5 22
3049	Σ 1052	8·9	7 9·8	—10 7
—	β 1268	6·0	7 10·2	+ 0 4
3057	Σ 1056	8	7 10·5	— 1 41
3064	*h* 2368	11	7 10·8	— 7 47
3062	*h* 49	10	7 10·9	— 5 29
3066	Σ 1060	8·9	7 11·3	— 9 6
—	β 330	8·5	7 14·5	— 0 43
3094	Σ 1072	8·9	7 14·8	— 4 13
3102	*h* 50	—	7 15·2	— 5 33
—	β 577	7·5	7 15·4	+ 0 36
3110	Σ 1077	9	7 15·9	— 0 29
3111	*Schj.* 5	9	7 15·9	— 0 28
3119	*h* 419	9	7 17·1	— 3 49
3131	β 52	10	7 18·6	— 6 39
3134	*h* 53	—	7 18·6	— 6 43
3130	*h* 51	10	7 18·6	— 1 56
3157	Σ 1084	7	7 19·0	— 3 47
3143	Σ 1085	8·9	7 19·5	— 4 25
3155	*Schj.* 6	8·5	7 20·2	— 5 32
3159	*h* 2383	10·11	7 20·4	— 6 54
—	β 332	6·5	7 23·2	—11 21
3198	*h* 2389	10·11	7 23·7	— 8 33
3196	*Hh* 267	—	7 23·8	— 3 40
3220	*h* 760	6	7 26·2	— 0 53
3223	*h* 54	9	7 26·3	— 7 55
3230	Σ 1111	8·9	7h 27m·1	— 8° 28′
3232	Σ 1112	6·7	7 27·3	— 8 39
3229	Σ 1109	8·9	7 27·4	— 0 18
3248	*h* 56	11	7 29·4	— 2 59
3247	*h* 761	11	7 29·4	— 1 49
3250	*h* 57	13	7 29·5	— 2 55
3259	*Schj.* 7	9·5	7 30·5	— 5 45
3282	*h* 762	10	7 32·6	—10 55
3285	*h* 2406	12	7 32·8	— 8 12
3290	*h* 58	11	7 33·5	— 2 58
3302	Σ 1128	8	7 35·0	— 6 2
3315	*Hh* 275	—	7 37·2	— 3 17
3318	Σ 1133	8·9	7 37·6	— 3 47
3323	σ 272	—	7 37·6	—10 37
3332	*h* 58	11	7 39·2	— 3 27
3337	*h* 767	8·9	7 40·2	— 0 12
3346	*h* 2416	11	7 41·3	— 8 17
3363	*h* 62	—	7 42·8	— 5 27
3368	*h* 63	13	7 43·5	— 0 17
3373	*h* 64	13	7 44·0	— 0 20
3388	*h* 66	9	7 45·4	— 3 21
—	β 897	6·6	7 45·7	— 0 24
3393	Σ 1152	9	7 46·0	— 2 52
—	β 1195	7·3	7 46·5	— 9 9
3402	Σ 1154	8	7 47·1	— 2 48
3410	*h* 2420	11	7 47·8	— 6 47
3409	*h* 68	10	7 47·9	— 3 1
3415	*h* 769	10·11	7 48·5	— 9 57
3420	Σ 1157	8	7 49·5	— 2 31
3432	*h* 71	9	7 50·7	— 3 13
—	β 902	8·0	7 53·3	—10 37
3461	*h* 73	11	7 54·2	— 0 24
3478	*h* 2425	10	7 55·8	— 8 21
3487	*h* 77	10	7 57·0	— 0 42
3491	*h* 773	11	7 57·1	— 8 10
3494	*h* 78	11	7 58·0	— 3 24
3500	*h* 2426	8·9	7 58·7	— 7 54
—	β 903	7·8	7 59·2	— 1 34
3514	*h* 79	11	8 0·3	— 3 33
3515	*h* 774	10	8 0·4	— 2 8
3525	Σ 1183	5	8 1·6	— 8 58
3529	*h* 776	11	8 1·8	— 7 46
3526	Σ 1185	9	8 2·0	+ 1 38
3532	*h* 81	11	8 2·2	— 9 42
3541	Σ 1190	6	8 3·6	— 2 42
—	β 583	8·5	8 4·3	— 6 24
—	β 904	8·4	8 9·0	— 5 23
—	β 102	7	8 12·0	— 8 43

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2142	5h 57m·2	−10° 36′	* (3 Mon.) *inv* in *pL, F, neb*
2149	5 58·8	− 9 44	*F*, * 12 *inv*
2163	6 2·0	− 4 26	*eF, E, dif*, * 11 *att s*
2167	6 2·1	− 6 12	*Neb* * 7, *am* 3 *st*
2170	6 2·7	− 6 23	* 9 in *vF, pL neb, E* 170°
2182	6 4·6	− 6 19	*pB* ⁑, *L* * *neb, E* 90° ±
2183	6 5·9	− 6 12	*eF, S, lE*, * 11·12 *sp*
2185	6 6·2	− 6 11	* 11 und 4 *S st* in *vF, L neb*
2198	6 8·7	+ 1 1	*Cl, bet* 2 *st* 9 und 10
2202	6 11·5	+ 6 1	⁑ Hauptstern des *Cl*
2215	6 16·0	− 7 16	*Cl, cL, pRi, pC, st* 11..15
2219	6 18·5	− 4 38	*Cl, P, vlC, st* 11 . . 12
2225	6 21·9	− 9 36	*Cl, P, lCM, st* 12 . . . 15
2226	6 21·9	− 9 35	*S, v diffic*, * 10 *s* nahe
2224	6 22·0	+12 42	*Cl, pC*, mit Nebel?
2232	6 23·0	− 4 42	*B* * (10 Mon.) + *Cl*
2236	6 24·3	+ 6 54	*Cl, pRi, pC, st* 10, 12..15
2237	6 25·0	+ 5 7	*pB, vvL, dif* } sind Theile eines ausgedehnten Nebels rings um 2239
2238	6 25·3	+ 5 5	*S* * in *neby* }
446′	6 25·4	+10 31	*Neb* * 10 *m*
447′	6 25·6	+10 6	*vF, eeL, dif*
2239	6 25·6	+ 5 1	* 8 in *L, P, BCl*
2244	6 27·0	+ 4 56	*!! Cl, st sc* (12 Mon.)
2246	6 27·1	+ 5 11	*eeF, L, irrR, e diffic*
2245	6 27·2	+10 14	*pL, mbN, sfalm**, *7·8 *nf*
448′	6 27·2±	+ 7 29±	*Neby*, * 5 *np*
2247	6 27·6	+10 24	*Neb* * in *eF, eL neby*
2250	6 29·1	− 4 59	*Cl, pRi, lC, iF, st* 8, 12 . . . 14
2251	6 29·3	+ 8 26	*Cl, vL, E, Ri, lC*
2252	6 29·5	+ 5 26	*Cl, vL, pRi, lC, st* 8
2254	6 30·6	+ 7 45	*Cl, S, pC, iF, st* 11 . . . 15
2259	6 33·0	+10 58	*Cl, cRi, eC, iF, st eS*
2260	6 33·1	− 1 23	*Cl, vL, P, vlC, st LS*
2261	6 33·7	+ 8 49	*B, vmE* 330°, *N* = * 11
2262	6 34·5	+ 1 14	*Cl, vL, iR, bM, st cS*
2264	6 35·5	+ 9 59	15 Mon., *Cl*, ⁑, ? *neb*
2265	6 35·9	+12 1	*Cl, P*, 30—40 *st* 12 . . . 13
2269	6 38·6	+ 4 40	*Cl, vmC, st vS*
2270	6 38·7	+ 3 33	*Cl, lC* nicht reich
2282	6 41·7	+ 1 26	* 10 in *F, R neby*
2286	6 42·7	− 3 4	*Cl, L, C*, 100 *st* 9 . . 15
2299	6 46·2	− 6 52	*Cl*, 30—40 *st*
2301	6 46·6	+ 0 35	*Cl, Ri, L, iF, st LS*

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2302	6h 47m·0	− 6° 58′	*Cl, L, P, lC*
2306	6 49·7	− 7 4	*Cl, P, vlC*
2309	6 51·2	− 7 4	*Cl, pL, pRi, mC, st* 13
2311	6 52·9	− 4 27	*Cl, lC*, nicht reich
2312	6 53·3	+10 24	*Cl, P*
2313	6 53·2	− 7 49	*F, vS, R*
2316	6 54·9	− 7 38	*pF, S, R, r, S st* [illegible]
2317	6 54·9±	− 7 38±	bildet mit 2316 [illegible]
2319	6 55·9	+ 3 12	*Cl v sc st* 8 9 . .
2323	6 58·1	− 8 12	[illegible] *Cl, vL, Ri, pC, E, st* 12 . . . 16
2324	6 59·0	+ 1 12	*Cl, L, Ri, eC, st* 12 . . [illegible]
2335	7 1·8	− 9 56	*Cl, L, lC*
2338	7 2·1	− 5 28	*Cl, vlC*
2343	7 3·5	−10 30	*Cl, cL, P, lC*
466′	7 3·7	− 4 9	* 11·5 in *vF neb*
2346	7 4·3	− 0 39	* 10 mit *S, vF neb*
2349	7 5·2	− 8 28	*Cl, cL, P, eC*
2364	7 15·9	− 7 22	*Cl, pC, st pL*
2368	7 16·2	−10 12	*Cl, S, pRi, st* 15
2377	7 20·2	− 9 28	*eF, vS* * *inv*, * 11 [illegible]
2494	7 53·0	− 0 21	*F, S, lE*
487′	7 54·1	− 0 23	*eeF, vS, R*
2506	7 55·2	−10 21	*Cl, pL, vRi, C, st* 11 . . [illegible]
2548	8 8·8	− 5 30	*Cl, vL, pRi, pmC, st* 9 . . . 13
2574	8 16·1	− 8 39	*eF, pS, vr*, * [illegible]
2583	8 19·0	− 4 39	*vF, S, R*, [illegible]
2584	8 19·2	− 4 38	*vF, S, R*
2585	8 19·3	− 4 35	*vF, S, R*
2586	8 19·4	− 4 37	*eF, pS, R* [illegible]
2589	8 19·6	− 8 27	*pF, pS, lE*
2590	8 19·9	− 0 16	*F* * *inv* in *vF*, [illegible]
507′	8 20·5	− 0 7	*eeF, pS*, [illegible]
510′	8 27·1	− 1 49	*F, vS, R*, [illegible]
2615	8 29·5	− 2 12	*F, pS, lE*, [illegible]
514′	8 30·3	− 1 43	*vF, E* [illegible]
515′	8 30·4	− 1 34	*vF, vS*, [illegible]
2616	8 30·6	− 1 31	*vF, S, R*, * [illegible]
2617	8 30·7	− 3 45	*eF, vS*, [illegible]
516′	8 30·8	− 1 32	*vF, vS*, [illegible]
517′	8 31·3	− 1 43	*vF*, [illegible]
2642	8 35·8	− 3 47	*vF, pL*, [illegible]
2652	8 38·2	− 3 15	*F, pS, E* [illegible] * 9 [illegible]

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
V Monocerotis	6h17m41s	− 2° 8'·7	6·3—6·9	10·7 <	1883 Febr. 11 + 332d·0 *E*
T „	6 19 49	+ 7 8·4	5·8—6·4	7·4—8·2	1885 April 1 + 27d·0122 *E*
R „	6 33 42	+ 8 49·3	9·5	13	irregulär
S „	6 35 28	+ 9 59·3	4·9	5·4	
W „	6 47 30	− 7 1·6	8·8	< 10	1887 Dec. 11. + 262d·5 *E*?
U „	7 26 1	− 9 34·0	5·9—7·3	6·6—8·0	1873 April 26. + 46d·10 *E* periodisch ungleichmässig.

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	5h57m14s	− 5° 8'·3	6·5	*R*?	31	6h41m55s	+ 8° 8'·7	5·3	*RG*
2	6 9 58	− 6 14·4	4·5	*O*	32	6 42 21	+ 0 48·0	8·8	*F*
3	6 14 5	− 9 21·0	5·8	*R*	33	6 44 28	+12 10·6	7·7	*OR*
4	6 14 59	− 2 53·4	5·5	*G*	34	6 45 46	+ 0 2·6	9·3	*R*
5	6 17 1	+ 2 5·3	9·0	*R*	35	6 46 23	+ 0 5·3	8·9	*RR*
6	6 17 9	+ 3 28·3	9·0	*RR*	36	6 46 33	+ 2 50·0	8·6	*G*
7	6 17 40	+ 3 48·7	7·8	*G*	37	6 46 39	+ 4 53·1	7·9	*R*
8	6 17 41	− 2 8·7	*var*	*R*, *V* Mon.	38	6 47 19	− 7 0·2	9·1	*RR*
9	6 19 49	+ 7 8·4	*var*	*G*, *T* Mon.	39	6 47 28	− 5 11·7	6·3	*F*
10	6 20 8	+11 17·2	7·9	?	40	6 48 14	− 4 27·2	9·0	*RR*
11	6 21 7	+ 2 22·6	8·0	*RG*	41	6 49 58	− 2 40·6	6·3	?
12	6 22 10	− 0 13·1	6·2	*G*	42	6 53 2	+ 6 18·0	8·0	*ORR*
13	6 24 2	+ 2 42·8	6·8	*RG*	43	6 53 20	− 8 53·4	7·7	*R*'
14	6 25 12	+ 0 2·4	8·5	*O*	44	6 55 27	+10 46·1	7·2	*G*
15	6 25 27	− 2 57·2	7·5	*G*	45	6 56 2	− 3 6·8	7·7	*R*
16	6 26 8	+11 10·5	8·7	*OR*	46	7 2 6	− 7 24·2	8·3	*RR*
17	6 27 2	− 8 5·0	5·5	*O*	47	7 3 17	−10 27·8	9·7	*R*
18	6 27 2	+ 4 55·7	7·0	*G*	48	7 9 22	− 9 4·6	8·5	*R*
19	6 27 9	+11 39·1	8·6	*G*	49	7 16 15	−10 11·9	9·3	*R*
20	6 29 16	+ 5 3·1	8·0	*R*?	50	7 17 18	− 2 44·4	9·1	?
21	6 29 46	+ 0 6·1	9·2	*OR*	51	7 19 55	− 4 2·1	8·7	*R*
22	6 30 9	− 1 25·7	8·3	*OR*	52	7 20 13	− 2 56·7	9·0	*R*
23	6 30 51	− 5 18·5	9·2	*RR*	53	7 24 38	−10 7·1	5·3	*G*
24	6 33 20	− 2 27·5	6·4	*R*	54	7 25 27	− 1 57·2	8·2	*R*
25	6 34 38	+ 9 24·0	8·3	*GR*	55	7 26 1	− 9 34·0	*var*	?, *U* Mon.
26	6 35 18	− 4 22·0	7·7	*OR*	56	7 26 44	+ 0 40·4	8·2	*R*'
27	6 35 45	+11 5·7	6·9	*RG*	57	7 31 6	− 0 17·7	9·0	?
28	6 37 10	− 9 4·4	5·9	*R*	58	7 31 12	− 5 33·6	8·2	*R*
29	6 37 52	+ 3 7·9	7·0	*G*	59	7 37 34	−10 38·7	8·6	*R*
30	6 39 26	+ 3 25·1	9·3	*RR*	60	7 40 14	− 4 12·6	7·2	*O*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−20°	−10°	0°	+10°	+20°	α	Δδ
5h 30m	+26s	+29s	+31s	+33s	+36s	5h 30m	+0'·4
6 0	+26	+29	+31	+33	+36	6 0	0·0
6 30	+26	+29	+31	+33	+36	6 30	−0·4

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

$\Delta\alpha$ in Secunden — $\Delta\delta$ in Minuten

α \ δ	−20°	−10°	0°	+10°	+20°	α	
7ʰ 0ᵐ	+26ˢ	+29ˢ	+31ˢ	+33ˢ	+36ˢ	7ʰ 0ᵐ	−0′·8
7 30	+27	+29	+31	+33	+35	7 30	−1·3
8 0	+27	+29	+31	+33	+35	8 0	−1·6

Musca. (Die Fliege.) Sternbild des südlichen Himmels, von BARTSCH eingeführt. AUG. ROYER bezeichnet es in seinen Cartes du ciel (1679) als »Apis« (Biene).

Die einfachen Grenzen sind nach der Uranometrie:

Von 11ʰ 15ᵐ, — 64°, Stundenkreis bis — 75°, Parallel bis 13ʰ 40ᵐ, Stundenkreis bis — 64°, Parallel bis 11ʰ 15ᵐ.

Das Sternbild hat: 2 Sterne 3ter Grösse, 3 Sterne 4ter Grösse, 5 Sterne 5ter Grösse, 17 Sterne 6ter Grösse und 1 Variabeln, also im Ganzen 28 dem blossen Auge erkennbare Sterne.

Musca grenzt im Norden an Centaurus und Crux, im Osten an Circinus und Apus, im Süden an Chamaeleon, im Westen an Carina (Argo).

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4902	h 4432	6	11ʰ 19ᵐ·0	−64° 24′	5356	h 4535	7	12ʰ 32ᵐ·9	[illegible]
4944	h 4443	13	11 25·9	−69 4	5375	h 4540	9	12 36·8	−72 14
4963	h 4450	8	11 27·6	−73 21	5387	h 4545	9	12 39·2	−74 [illegible]
4991	h 4459	10	11 31·8	−73 20	5406	h 4550	8	12 42·1	[illegible]
5009	h 4461	9	11 34·5	−65 27	5501	Δ 129	—	13 1·6	−64 [illegible]
5047	h 4471	5	11 40·9	−66 10	5534	Δ 131	6	13 8·4	−67 [illegible]
5117	h 4483	10	11 52·8	−70 48	5565	Δ 132	8	13 16·2	−67 [illegible]
5171	h 4498	7	12 1·1	−65 9	5576	h 4582	9	13 18·9	−73 [illegible]
5157	h 4501	5	12 1·6	−64 3	5592	h 4586	8	13 21·2	−67 [illegible]
5220	Δ 119	7	12 8·9	−65 59	5640	h 4596	8	13 32·7	−64 [illegible]
5260	Δ 120	6	12 14·4	−66 17	5654	h 4598	5	13 33·1	−74 [illegible]
5261	h 4515	9	12 14·6	−69 13	5672	Δ 140	8	13 34·8	−71 [illegible]
5299	h 4522	8	12 21·2	−68 55	5690	h 4607	9	13 37·7	[illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4071	11ʰ 59ᵐ·1	−66° 45′	*vF, vS, R, bM *, am st*	4815	12ʰ 51ᵐ·9	−64° 25′	*Cl, pL, pRi* [illegible]
4372	12 20·1	−72 7	⨁, *pF, L, R, st 12 . . 16*	4833	12 52·7	−70 20	⨁, *B, L, R,* [illegible]
4463	12 24·3	−64 14	*Cl, P, vlC*	5189	13 26·4	−65 28	*!, B, pL,* [illegible]

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
S Muscae .	$12^h\ 7^m\ 24^s$	−69° 35′·7	6·5	7·3	1892 Jan. 3 + $9^d{\cdot}66$ *E*
R „ .	12 35 58	−68 51·5	6·6	7·4	1871 Aug. 16 + $0^d{\cdot}882253$ *E*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−60°	−65°	−70°	−75°	α	
$11^h\ 0^m$	$+25^s$	$+24^s$	$+21^s$	$+18^s$	$11^h\ 0^m$	−3′·2
11 30	+28	+27	+26	+24	11 30	−3·3
12 0	+31	+31	+31	+31	12 0	−3·4
12 30	+34	+35	+36	+38	12 30	−3·3
13 0	+37	+38	+41	+44	13 0	−3·2
13 30	+40	+42	+45	+50	13 30	−3·1
14 0	+43	+45	+49	+56	14 0	−2·9

Norma. (Winkelmaass.) Ein von LACAILLE eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel mit den Grenzen:

Von $15^h\ 20^m$, − 48°, Stundenkreis bis − 60°, Parallel bis $16^h\ 25^m$, Stundenkreis bis − 42°, Parallel bis $15^h\ 40^m$, Stundenkreis bis − 48° und Parallel bis $15^h\ 20^m$.

Das Sternbild enthält nach der Uranometrie, dem blossen Auge erkennbar: 9 Sterne 5ter Grösse, 20 Sterne 6ter Grösse, ausserdem 1 Sternhaufen, zusammen 30 Objecte.

Norma grenzt im Norden an Lupus und Scorpius, im Osten an Ara, im Süden an Triangulum australe, im Westen an Circinus und Lupus.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6368	*h* 4771	9	$15^h\ 21^m{\cdot}5$	−57° 45′	6487	*h* 4808	11	$15^h\ 43^m{\cdot}5$	−44° 7′
6377	Δ 186	—	15 23·2	−57 46	6489	*h* 4810	9	15 44·1	−46 10
6383	*h* 4777	8	15 24·8	−57 4	6492	*h* 4811	10	15 44·2	−42 6
6419	*h* 4789	9	15 29·6	−54 10	6499	*h* 4813	6	15 47·1	−59 53
6423	Δ 189	—	15 31·3	−52 3	6506	*h* 4815	9	15 47·4	−50 2
6427	Δ 190	—	15 32·4	−57 54	6505	Δ 195	—	15 47·4	−49 52
6438	*h* 4791	10	15 33·2	−48 2	6514	*h* 4818	11	15 48·0	−45 43
6443	*h* 4792	7	15 34·9	−57 49	6513	*h* 4817	10	15 48·0	−45 42
6450	*h* 4794	10	15 36·0	−51 32	6542	*h* 4823	8	15 53·4	−43 32
6449	*h* 4796	8	15 36·1	−58 22	6552	*h* 4824	9	15 54·6	−46 0
6452	*h* 4795	8	15 36·8	−58 48	6553	*h* 4825	6	15 55·4	−57 30
6456	*h* 4797	8	15 36·8	−49 54	6568	*h* 4827	9	15 57·1	−44 7
6461	Δ 191	—	15 37·9	−58 14	6570	Δ 198	—	15 57·7	−53 22
6476	*h* 4806	9	15 42·4	−54 28	6573	*h* 4828	9	15 57·7	−43 3
6477	*h* 4805	6	15 42·5	−52 55	6574	*h* 4829	8	15 58·7	−59 51
6480	Δ 193	—	15 43·3	−54 46	6590	*h* 4830	9	16 0·5	−42 43

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6597	h 4833	10	16h 2m·2	−46° 4′	6670	h 4844	10	16h 17m·0	−59° 13′
6607	h 4835	9	16 5·4	−53 58	6676	h 4846	9	16 17·2	−48 0
6611	h 4837	9	16 5·4	−43 24	6687	h 4853	5	16 19·8	−47 20
6618	h 4838	9	16 6·8	−49 50	6691	h 4854	6	16 21·1	−57 31
6651	h 4841	6	16 12·4	−49 55	6705	h 4857	8	16 23·8	−46 15
6652	h 4842	9	16 12·4	−46 58	6706	Δ 202	—	16 23·8	−41 36
6665	Δ 200	—	16 15·4	−43 41	6704	h 4856	10	16 24·0	−52 23

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5925	15h 20m·2	−54° 10′	*Cl,vL,vRi,lC,st* 11 . . 14	6031	15h 59m·8	−53° 45′	*Cl, S, mC, st* 11 . . 14
5927	15 20·8	−50 19	⊕, *cB, L, R, vgbM, rrr, st* 15	6067	16 5·4	−53 57	*Cl,vB,vL,vRi,lC,st* 10.
				6087	16 10·6	−57 39	*Cl, B, L, lC, st* 7 . . . 10
5946	15 28·2	−50 20	⊕, *cB, pL, R, vglbM, rrr, st* 16	6115	16 16·8	−51 43	*Cl, eL, eRi*
5999	15 44·3	−56 10	*Cl, L, pRi, st* 12 . . 14	6134	16 20·3	−48 55	*Cl, cL, pRi, lCM, st* 13 . . 15
6005	15 47·8	−57 8	*Cl, pS, pRi, mC, st* 16	6152	16 24·9	−52 24	*Cl, L, lC, st L*
6025	15 55·2	−60 13	*Cl,B,vL,pRi,lC,st* 7 . . .				

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Normae .	15h 22m 11s	−50° 13′·9	7	13	Neuer Stern vom Jahre 1893
S „	16 10 35	−57 39·2	6·5	7·4	9d·75

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	15h 41m 19s	−52° 9′·5	6·7	*R*	5	16h 8m 57s	−53° 33′·7	6·0	*R*
2	15 55 47	−58 53·5	6·8	*R*	6	16 21 25	−57 32·1	6·6	*R*
3	16 5 33	−53 24·7	6·5	*R*	7	16 22 24	−46 1·3	5·9	*R*
4	16 5 38	−54 22·2	5·5	*RR*	8	16 46 35	−42 53·3	6·6	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten.

α \ δ	−40°	−50°	−55°	−60°	α	
15h 0m	+39s	+42s	+44s	+47s	15h 0m	−2′·3
15 30	+40	+44	+46	+49	15 30	−2·0
16 0	+41	+45	+48	+51	16 0	−1·6
16 30	+41	+46	+49	+52	16 30	−1·3

Octans. (Der Octant.) Von LACAILLE eingeführtes Sternbild, welches den Südpol des Himmels bis ca. — 85° Decl. vollständig umschliesst.

GOULD giebt in seiner Uranometrie die nachstehenden Grenzen an:

Von $0^h\ 0^m$, — 82° 30′, Parallel bis $3^h\ 30^m$, Stundenkreis bis — 85° 0′, Parallel bis $7^h\ 45^m$, Stundenkreis bis — 82° 30′, Parallel bis $18^h\ 0^m$, Stundenkreis bis — 75°, Parallel bis $0^h\ 0^m$ und Stundenkreis bis — 82° 30′.

Das Sternbild zählt nach der Uranometrie: 2 Sterne 4ter Grösse, 2 Sterne 5ter Grösse, 44 Sterne 6ter Grösse, zusammen also 48 dem blossen Auge erkennbare Sterne.

Einen hellen Polarstern besitzt der südliche Himmel nicht. Der südlichste Stern für das blosse Auge ist in der Uranometrie ein Stern 6ter Grösse, welcher ca. 40′ vom Pole absteht.

Octans ist die Südgrenze für folgende Sternbilder: Hydrus, Mensa, Chamaeleon, Apus, Pavo, Indus und Tucana.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1006	h 3519	9	$2^h\ 27^m$·6	−82° 52′	7638	h 5073	6	$18^h\ 57^m$·6	−78° 46′
1195	h 3560	11	2 48·3	−84 37	7850	h 5106	9	19 20·4	−79 1
1307	h 3582	7	3 19·3	−83 57	7916	h 5116	9	19 27·2	−78 44
1306	h 3581	10	3 23·4	−80 53	7941	h 5122	9	19 28·3	−75 51
1867	h 3708	10	4 16···	−87 45	7988	h 5126	11	19 34·2	−79 41
2359	h 3809	—	6 8···	−86 23	8134	h 5149	8	19 49·0	−79 3
2915	h 3903	9	6 37·5	−85 3	7989	h 5127	10	19 50·3	−86 22
3414	h 4010	9	7 21·7	−87 12	8193	h 5153	7	19 55·2	−79 24
3544	h 4047	8	7 57·2	−88 55	8366	h 5175	10	20 14·4	−82 15
3624	h 4067	7	8 0·9	−83 34	8408	h 5182	5	20 16·9	−81 19
3679	h 4086	8	8 3·8	−85 40	8458	h 5186	10	20 20·0	−79 32
3860	h 4153	6	8 30·9	−82 58	8532	h 5199	8	20 25·6	−77 14
3974	h 4158	9	8 44·6	−84 20	8548	Δ 232	6	20 26·0	−75 42
4132	h 4211	6	9 6·9	−85 16	8688	h 5214	8	20 40·5	−75 42
4361	Δ 82	7	9 46·1	−85 21	8495	h 5192	8	20 48·4	−87 29
4363	h 4272	8	9 46·3	−85 33	8779	h 5230	9	20 50·1	−75 49
4492	h 4310	9	10 12·3	−83 36	8796	h 5233	6	20 58·1	−83 41
4752	h 4390	—	10 50·7	−82 41	8806	h 5235	—	21 2·2	−84 44
4807	h 4406	10	10 59·3	−83 23	8874	h 5245	8	21 13·2	−85 1
4890	h 4427	11	11 15·2	−83 13	8997	h 5262	7	21 20·4	−80 29
5014	h 4462	9	11 34·0	−82 31	8984	h 5261	8	21 30·3	−86 18
5035	h 4468	—	11 37·8	−82 33	9090	h 5278	—	21 35·9	−83 11
5142	h 4490	6	11 56·9	−85 9	9169	h 5289	10	21 42·2	−81 4
5201	h 4504	6	12 6·5	−82 48	9204	h 5295	9	21 43·2	−75 22
5584	h 4584	11	12 22·7	−83 53	9187	h 5292	7	21 49·0	−85 13
5367	h 4538	10	12 37·0	−83 7	9272	h 5301	9	21 52·2	−77 48
5833	h 4644	11	14 5·0	−83 3	9289	h 5306	6	21 53·3	−76 36
6457	h 4798	8	15 46·9	−83 57	9323	h 5310	11	21 56·9	−78 8
6510	h 4816	8	15 58·0	−83 51	9440	h 5321	11	22 9·7	−77 11
6740	h 4865	9	16 40·8	−83 51	9421	h 5318	9	22 10·0	−80 58
6875	h 4912	7	17 6·4	−82 41	9504	h 5326	9	22 17·2	−75 31
7399	h 5043	6	18 34·3	−83 33	9661	h 5353	9	22 36·5	−80 23
7622	h 5071	8	18 56·0	−80 10					

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9781	*h* 5368	9	22h 54m·7	−85° 4′	9941	*h* 5388	8	23h 10m·1	−80° 58′
9847	*h* 5375	11	22 57·1	−76 52	10034	*h* 5399	11	23 23.1	−81 40
9867	*h* 5381	10	23 0·2	−75 33	10096	*h* 5406	9	23 31·4	−80 36
9856	*h* 5378	9	23 0·2	−82 57	10142	*h* 5414	8	23 37·7	−75 22
9654	*h* 5350	6	23 2·6	−88 30	10218	*h* 5430	9	23 49·5	−77 2[illegible]
9912	*h* 5385	8	23 5·9	−78 47					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2573	6h . . . m ±	−89° 46′ ±	*F, S, R, glbM*	6920	20h 29m	−80° 21′	*pB, cS, R, psmbM*
6438	17 53 ±	−85 29	*pB, R, vgbM*	7637	23 18	−82 27	*vF, pL, R, vlbM, * w*
6557	18 7	−76 36	*vF, vS, glbM*				

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Octantis . .	5h56m48s	−86°26′·0	7·4	< 11·3	
S „ . .	17 5 54	−86 46·0	8·2	< 11·7	
T „ . .	20 57 24	−82 30	9·0	< 12·5	

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α	α	−75°	−80°	−82°	−84°	−86°	−87°	−88°	−89°	α	Δδ
6h 0m	6h 0m	−19s	−45s	−64s	− 96s	−160s	−224s	−352s	−734s	0h 0m	[illegible]
6 30	5 30	−18	−44	−63	− 95	−158	−222	−348	−727	1 0	[illegible]
7 0	5 0	−17	−42	−61	− 91	−153	−215	−338	−708	2 0	[illegible]
7 30	4 30	−15	−39	−57	− 86	−145	−205	−322	−676	3 0	[illegible]
8 0	4 0	−12	−35	−51	− 79	−134	−194	−300	−631	4 0	[illegible]
8 30	3 30	− 9	−29	−45	− 69	−121	−171	−273	−576	5 0	[illegible]
9 0	3 0	− 4	−23	−36	− 59	−104	−149	−239	−510	6 0	[illegible]
9 30	2 30	+ 1	−15	−27	− 47	− 85	−125	−202	−435	7 0	[illegible]
10 0	2 0	+ 6	− 7	−17	− 33	− 65	− 97	−160	−351	8 0	[illegible]
10 30	1 30	+12	+ 2	− 6	− 17	− 42	− 67	−115	−262	9 0	[illegible]
11 0	1 0	+18	+11	+ 6	− 2	− 18	− 35	− 68	−167	10 0	[illegible]
11 30	0 30	+24	+21	+19	+ 14	+ 6	− 2	− 19	− 69	11 0	[illegible]
12 0	0 0	+31	+31	+31	+ 31	+ 31	+ 31	+ 31	+ 31	12 0	[illegible]
12 30	23 30	+38	+41	+43	+ 48	+ 56	+ 64	+ 81	+131	13 0	[illegible]
13 0	23 0	+44	+51	+56	+ 64	+ 80	+ 97	+130	+229	14 0	[illegible]
13 30	22 30	+50	+60	+68	+ 79	+104	+129	+177	+324	15 0	[illegible]
14 0	22 0	+56	+69	+79	+ 95	+127	+159	+222	+413	16 0	[illegible]
14 30	21 30	+61	+77	+89	+109	+147	+187	+264	+497	17 0	[illegible]

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

$\Delta\alpha$ in Secunden $\Delta\delta$ in Minuten

α \ δ		−75°	−80°	−82°	−84°	−86°	−87°	−88°	−89°	α	
15ʰ 0ᵐ	21ʰ 0ᵐ	+66	+ 85	+ 98	+121	+166	+211ˢ	+301ˢ	+572ˢ	18ʰ 0ᵐ	0′·0
15 30	20 30	+71	+ 91	+107	+131	+183	+233	+335	+638	19 0	+0·8
16 0	20 0	+74	+ 97	+113	+141	+196	+256	+362	+693	20 0	+1·6
16 30	19 30	+77	+101	+119	+148	+207	+267	+384	+738	21 0	+2·3
17 0	19 0	+79	+104	+123	+153	+215	+277	+400	+770	22 0	+2·9
17 30	18 30	+80	+106	+125	+157	+220	+284	+410	+789	23 0	+3·2
18 0	18 0	+81	+107	+126	+158	+222	+286	+414	+796	0 0	+3·4

Ophiuchus und **Serpens**. (Der Schlangenträger und die Schlange.) Eigentlich bei Ptolemäus zwei getrennte Sternbilder, die aber wegen ihrer ineinandergreifenden Grenzen für das Folgende gemeinsam behandelt werden sollen. Als Schlangenträger wird von Ptolemäus auch Aesculap bezeichnet. Das Doppelsternbild liegt mit dem grösseren Theile seiner Fläche nördlich vom Aequator.

Als Grenzen mögen die folgenden gelten:

Von 15ʰ 10ᵐ, + 24°, Stundenkreis bis — 4°, Parallel bis 15ʰ 52ᵐ, Stundenkreis bis — 7°, Parallel bis 16ʰ 12ᵐ, Stundenkreis bis — 23°, Parallel bis 17ʰ 0ᵐ, Stundenkreis bis — 31°, Parallel bis 17ʰ 32ᵐ, Stundenkreis bis — 15°, Parallel bis 18ʰ 0ᵐ, Stundenkreis bis — 5°, Parallel bis 18ʰ 36ᵐ, Stundenkreis bis + 2°, Parallel bis 18ʰ 52ᵐ, Stundenkreis bis + 7°, Parallel bis 18ʰ 44ᵐ, Stundenkreis bis + 15°, Parallel bis 18ʰ 36ᵐ, Stundenkreis bis + 16°, Parallel bis 17ʰ 20ᵐ, Stundenkreis bis + 12°, Parallel bis 16ʰ 44ᵐ, Stundenkreis bis + 4°, Parallel bis 15ʰ 52ᵐ, Stundenkreis bis + 20°, Parallel bis 15ʰ 56ᵐ, Stundenkreis bis + 24°, Parallel bis 15ʰ 10ᵐ.

Heis verzeichnet an Sternen, welche das unbewaffnete Auge erkennen kann: 3 Sterne 2ter Grösse, 12 Sterne 3ter Grösse, 12 Sterne 4ter Grösse, 34 Sterne 5ter Grösse, 130 Sterne 6ter Grösse, dazu 1 Variablen und 3 Sternhaufen, zusammen 195 Objecte.

Ophiuchus mit Serpens grenzt im Norden an Corona borealis und Hercules, im Osten an Aquila, Scutum und Sagittarius, im Süden an Sagittarius, Scorpius und Libra, im Westen an Virgo und Bootes.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 943	6·6	15ʰ 13ᵐ·3	+ 1° 19′	6373	Σ 1940	8	15ʰ 21ᵐ·6	+18° 31′
6323	h 5492	9	15 13·6	+14 33	6375	Σ 1942	8·9	15 21·6	+21 49
6324	Σ 1931	6	15 13·9	+10 47	6381	Σ 1943	8·9	15 22·7	+ 5 43
6327	Σ 1930	5	15 14·2	+ 2 9	6382	Σ 1944	7·8	15 22·8	+ 6 27
6341	Σ 3092	5	15 16·4	— 1 39	6385	Σ 1945	8·9	15 24·2	+15 3
6344	h 2775	10·11	15 16·5	+20 43	6397	h 253	8	15 24·8	+10 48
6348	Σ 3093	8	15 17·4	— 1 11	6398	h 2782	11	15 25·0	+ 6 14
6364	h 252	9	15 20·2	+14 21	6404	h 254	10	15 25·7	+16 5
6367	h 2780	8·9	15 20·6	+ 6 19	6405	Σ 1949	8·9	15 25·9	+13 21

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6410	*Secchi*	—	15h 26m·3	+19° 21′	6653	Σ 2031	8	16h 11m·2	— 1° 24′
6411	Σ 1951	7	15 26·9	+18 1	6657	Σ 3102	9	16 12·7	— 7 [illegible]
6412	Σ 1952	8	15 27·2	+10 0	6658	Σ 2033	8	16 13·0	— 2 [illegible]
6416	OΣ² 140	7	15 27·6	+ 8 57	6674	Σ 3103	8·9	16 15·5	— 3 44
6420	Σ 1953	8·9	15 28·0	+ 5 20	6680	OΣ 308	7	16 16·7	+ 1 [illegible]
6422	*h* 1275	10	15 28·6	— 5 19	—	β 624	8·0	16 16·9	—22 [illegible]
6424	*h* 2785	10	15 30·0	+ 8 20	6684	*h* 4851	8	16 18·5	—22 [illegible]
6426	Σ 1954	4	15 30·0	+10 50	6688	Σ 2038	8·9	16 18·5	+ 2 27
6434	Σ 1957	8	15 31·1	+13 15	6692	*Hh* 512	—	16 19·6	—23 [illegible]
6437	*h* 1276	10	15 31·8	— 0 21	—	β 950	8·2	16 19·8	— 9 [illegible]
6439	Σ 1960	8	15 31·8	+ 9 35	6696	Σ′ 1814	7·0	16 20·2	+ 1 [illegible]
6458	*h* 256	—	15 35·2	+18 6	6697	Σ 2041	7·8	16 20·4	+ 1 [illegible]
6459	OΣ 300	6·7	15 35·4	+12 23	6712	Σ 2048	6·7	16 23·4	— 7 [illegible]
—	β 619	6·5	15 38·5	+13 59	6717	Σ 3104	9	16 24·8	—14 [illegible]
6470	*h* 2790	11	15 38·8	+20 13	6720	Σ 2050	8	16 25·2	—12 [illegible]
6472	Σ′ 1742	2·3	15 39·3	+ 6 44	—	β 626	5·0	16 25·4	—16 24
6474	Σ 1968	9	15 40·3	— 1 5	6726	Σ 2055	4	16 25·9	+ 2 12
—	β 240	8·5	15 40·5	+ 4 20	6729	Σ 3105	8	16 26·6	— 6 [illegible]
6484	Σ 1970	3	15 41·6	+15 44	6738	*h* 4864	9	16 27·9	— 6 [illegible]
6494	Σ 1974	9	15 44·0	— 2 55	—	β 819	8·6	16 31·5	— 4 [illegible]
6498	Σ 3126	7·8	15 44·9	— 2 53	6771	*h* 4879	10	16 33·7	—17 [illegible]
6515	Σ 1979	8·9	15 46·3	+22 47	—	β 820	8·0	16 34·2	— 2 [illegible]
6519	*h* 2793	13	15 47·3	+ 8 22	6795	*h* 1293	10	16 37·9	— 1 42
6511	Σ 1978	8·9	15 47·3	+14 59	6796	Σ 2081	8	16 38·0	+ 3 [illegible]
6524	*h* 2794	9	15 47·6	+20 33	6804	*h* 4886	12	16 39·0	— 3 [illegible]
6526	*S.C.C.* 554	—	15 48·5	+13 31	6806	Σ 2086	8	16 39·2	— 0 [illegible]
6528	*h* 2796	10·11	15 48·8	+19 49	6810	Σ 2088	8	16 39·7	+ 2 31
6535	Σ 1985	7	15 50·7	— 1 52	6824	*h* 4888	10	16 43·2	—19 25
6537	Σ 1986	8·9	15 50·7	—10 23	—	β 43	8	16 43·3	+ 2 [illegible]
6543	Σ 1987	7·8	15 52·2	+ 3 41	6838	*Schj.* 19	8	16 46·1	+ 4 [illegible]
6549	*h* 2799	8	15 52·5	+20 19	6839	Σ 2105	7·8	16 46·3	+ 1 [illegible]
6550	*h* 282	9	15 53·1	— 1 20	6840	Σ′ 1877	6·5	16 46·4	— 1 [illegible]
6554	Σ 3101	8	15 53·1	— 2 47	6842	Σ 2106	6·7	16 46·4	+ 9 34
6556	*h* 1283	10	15 53·9	+ 0 51	—	β 123	8	16 48·7	[illegible]
6562	Σ 1990	8·9	15 54·6	+22 5	—	β 241	7	16 49·6	—21 [illegible]
6563	Σ 1995	8·9	15 54·8	+14 54	6855	Σ 3106	8	16 50·4	— 3
6565	*h* 1284	10	15 55·6	+ 0 12	—	β 1117	6·4	16 50·8	—22 [illegible]
6572	*Hh* 488	—	15 55·6	+21 54	6856	Σ′ 1882	6·8	16 51·2	[illegible]
—	β 623	8·0	15 55·9	— 6 41	6867	Σ 3107	8·9	16 53·8	+ 4 [illegible]
6583	*Hh* 491	—	15 58·9	—11 24	6870	σ 535	—	16 54·7	[illegible]
6584	Σ 1999	7·8	15 58·9	—11 10	6878	Σ 2111	7	16 54·8	[illegible]
6582	Σ 1998	4·5	15 58·9	—11 6	6877	Σ′ 1884	7·2	16 54·8	[illegible]
6595	β 948	6·8	16 0·4	— 6 1	6874	*h* 4911	—	16 55·1	[illegible]
6603	Σ 2008	9	16 2·4	— 2 23	6883	Σ 3108	8·9	16 56·5	[illegible]
—	β 949	7·6	16 3·0	— 9 50	6888	Σ 2114	6	16 57·2	[illegible]
6613	Σ 2012	9	16 4·6	— 8 0	6892	Σ 2113	7·8	16 57·3	[illegible]
6628	Σ 2018	9	16 8·3	— 7 23	6902	Σ 3109	9	17 0·0	[illegible]
6632	Σ 2019	7·8	16 8·8	—10 10	6904	Σ 2119	8	17 0·8	[illegible]
6636	*S.C.C.* 563	3·0	16 9·1	— 3 26	6907	Σ 3110	8·9	17 1·4	— 2 [illegible]
6646	*h* 1290	10	16 10·2	— 0 31	6905	*h* 4919	9	17 1·5	[illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 823	8·2	17h 1m·5	+ 0° 47′	—	β 1089	6·8	17h 24m·4	— 5° 50′
6911	Σ 2122	6	17 1·7	— 1 31	7037	Σ 2169	8	17 24·5	— 8 20
6916	Σ 2123	8·9	17 2·1	+ 6 56	7038	Σ 2172	8	17 24·8	— 1 16
6914	*h* 4922	7	17 2·7	—20 5	7040	Σ 2173	5	17 25·2	— 0 59
6918	*h* 4923	8	17 3·2	—18 9	7029	*h* 590	9	17 25·3	—17 5
6928	*S.C.C.*601	2·3	17 4·6	—15 36	7043	*O*Σ 330	7	17 25·3	+16 2
—	β 1118	3·4	17 4·6	—15 36	7046	Σ 2176	8	17 26·4	+10 31
6926	*h* 589	9	17 4·7	—24 49	7045	*h* 4960	9	17 26·9	— 8 26
—	β 124	8	17 5·0	— 0 39	7053	*O*Σ 331	7	17 27·1	+ 2 54
—	β 956	8·0	17 5·4	—26 35	7057	*h* 4964	6	17 29·2	+11 49
6932	*Mayer*	—	17 5·8	—24 9	7060	Σ 2187	8	17 29·7	+ 4 10
—	β 125	7	17 5·9	—26 55	7063	Σ 2184	6·7	17 29·7	+13 14
6940	Σ 2132	8	17 7·5	— 3 56	7062	Σ 2185	7	17 29·9	+ 6 6
6944	*O*Σ 325	7	17 8·1	+ 7 52	7064	Σ′ 1959	5·8	17 29·9	+ 9 40
—	β 1247	8·0	17 8·1	— 9 11	7061	Σ 2183	7·8	17 30·1	— 5 49
6946	*Sh* 243	5·0	17 9·2	—26 27	7068	Σ′ 1960	2	17 30·3	+12 38
—	β 282	7	17 9·4	—14 29	7070	*O*Σ 332	7	17 30·4	+15 22
6951	*h* 4932	9	17 9·8	—18 4	7069	Σ 2186	8	17 30·8	+ 1 4
—	β 957	7·9	17 10·0	—10 12	7073	Σ 2188	9	17 31·4	+ 6 41
6957	Σ 2143	8	17 10·1	+10 7	7077	*O*Σ 333	7	17 32·1	+10 37
—	β 958	8·3	17 10·6	— 19 14	—	β 1121	8·5	17 32·8	+12 36
—	β 1119	7·0	17 10·9	—30 4	—	β 960	8·4	17 33·0	— 1 6
6959	*Hh* 533	—	17 11·4	—26 31	7080	Σ′ 1965	7·1	17 34·1	+ 2 5
6967	*h* 854	5	17 11·5	+ 1 19	—	β 961	7·0	17 34·5	+ 3 27
6969	Σ 2141	8	17 11·6	+ 3 32	7081	Σ 2191	7	17 34·5	— 4 55
6966	*Hh* 534	5·8	17 11·9	—24 11	—	β 631	7·0	17 34·8	— 0 36
6970	Σ 2144	8	17 12·1	— 7 45	—	β 963	6·8	17 35·0	+ 3 27
6975	*O*Σ 326	6	17 13·4	+ 9 38	7093	Σ 2193	9	17 37·1	+ 8 16
—	β 126	6·5	17 14·0	—17 39	7092	Σ′ 1968	8·7	17 37·4	+ 8 16
6976	Σ 2148	8	17 14·3	—11 15	7105	Σ 2200	8	17 39·0	+ 5 53
6978	Σ 2149	8	17 14·6	— 6 20	7109	Σ 2201	7·8	17 39·4	+ 3 1
6984	Σ′ 1925	4·0	17 15·0	—12 45	7107	*Schj.* 21	8	17 39·5	— 1 42
6989	Σ 2150	8·9	17 16·0	+ 1 38	7110	Σ 2202	5·6	17 39·5	+ 2 22
6991	Σ′ 1927	8·0	17 16·2	+ 1 39	7112	*h* 1303	5·6	17 39·7	+14 27
—	β 959	7·1	17 17·1	+ 5 6	7113	*h* 4977	7	17 40·5	— 3 27
—	β 1248	8·0	17 17·5	+ 4 28	7116	Σ 2204	7	17 40·7	—13 16
6994	*h* 4946	10	17 18·1	—34 8	7121	Σ 2208	8·9	17 41·3	— 4 25
7001	*h* 4948	8	17 18·4	—22 43	7127	Σ 2212	8·9	17 41·5	+ 5 44
—	β 242	8	17 18·4	—11 36	7124	Σ 2211	8·9	17 41·5	— 1 10
7005	Σ 2156	8·9	17 18·9	— 0 45	7133	Σ 2216	8	17 42·1	+ 5 43
7008	Σ 2158	8	17 19·1	+ 3 9	7145	Σ 2222	7	17 43·3	+14 51
7011	*h* 4953	8	17 20·5	—19 25	7144	Σ 2221	—	17 43·6	+ 1 12
—	β 128	7·5	17 20·8	—26 10	—	β 824	8·5	17 43·7	— 1 45
7018	*Schj.* 20	8	17 21·4	+ 4 57	7147	Σ 2223	8	17 44·0	+ 5 0
—	β 1120	7·0	17 22·4	—25 25	7153	Σ 2227	8	17 44·5	+ 5 21
—	β 129	7·5	17 22·5	—25 26	7154	Σ 2228	8·9	17 44·5	+ 9 13
7033	Σ 2166	5	17 23·2	+11 28	7159	*h* 855	10	17 45·3	+ 4 16
7032	Σ 2172	8	17 23·8	— 9 55	7161	*O*Σ 337	7·8	17 45·8	+ 7 16
7030	*h* 2806	10	17 23·9	—18 4	7162	Σ 2230	8	17 45·8	+ 7 57
7036	Σ 2170	8	17 24·0	+10 34	7167	Σ 2231	8·9	17 46·4	+12 13

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7170	Σ 2233	7·8	17ʰ 46ᵐ·9	+ 2° 55	7329	*hMm* 501	—	18ʰ 7ᵐ·9	— 4 [illegible]
7171	*O*Σ² 159	6	17 47·0	+ 1 8	7331	*O*Σ 345	7·8	18 8·0	+ 5 [illegible]
7168	*h* 4993	9	17 47·2	—13 19	7340	Σ 2294	7	18 9·4	— 0 [illegible]
7173	Σ 2234	8	17 47·4	— 7 57	7338	*h* 856	9	18 9·5	— 4 [illegible]
7177	*O*Σ 338	6·7	17 47·4	+15 20	7348	*h* 1316	10	18 10·2	+13 [illegible]
7175	Σ 3128	—	17 47·6	— 7 54	7345	Σ 2296	6	18 10·4	— 3 [illegible]
7176	Σ 2235	7·8	17 47·7	— 2 15	7353	σ 568	-	18 10·9	— 3 1
7181	*h* 4995	6	17 48·5	—11 20	7364	*h* 2830	11	18 13·2	— 5 [illegible]
7199	*h* 1306	9·10	17 48·6	+14 2	7365	*O*Σ² 167	7·8	18 13·3	— 4 [illegible]
7187	Σ 2240	8·9	17 48·7	+ 5 16	7372	*h* 5494	5	18 14·3	+ 7 [illegible]
7189	*O*Σ² 160	7	17 48·7	+10 59	7378	*h* 5495	5	18 15·9	— 3 [illegible]
7191	*h* 4997	10	17 50·0	—11 55	7381	*Hh* 564	3·0	18 16·2	— 2 [illegible]
7205	Σ 2244	7·8	17 51·9	+ 0 5	7388	Σ 2311	9	18 17·6	—11 [illegible]
7222	Σ 2253	7·8	17 53·8	+14 37	7392	*h* 858	10	18 19·0	+ 1 [illegible]
7216	Σ 2250	9	17 53·9	— 6 51	7396	*A. C.* 11	7	18 19·8	— 1 [illegible]
7217	Σ 2249	8	17 53·9	— 5 51	7398	*O*Σ 347	7·8	18 19·9	— 7 [illegible]
7220	Σ 2252	8	17 54·0	+ 2 3	7401	*h* 1323	10	18 20·4	+12 [illegible]
7223	*h* 1308	10	17 54·0	+ 9 24	7402	*O*Σ 348	6	18 20·7	— 7 [illegible]
7226	Σ 2254	8·9	17 54·4	+12 27	—	β 1203	7·5	18 20·9	— 0 44
7235	*O*Σ² 161	6	17 55·5	+ 8 51	7408	*Schj.* 23	8	18 21·7	+ 6 [illegible]
7236	β 634	4·0	17 55·6	+ 2 56	7409	*Mäd. Dorp.* *XI.* (13)	—	18 21·9	+ 6 [illegible]
—	β 1124	5·0	17 55·6	+ 2 56					
—	β 47	8·5	17 56·0	—10 14	7411	*O*Σ 350	7·8	18 22·0	— 6 [illegible]
—	β 1202	8·2	17 56·6	+ 3 33	7410	Σ 2316	6	18 22·1	— 0 [illegible]
—	β 1125	5·1	17 56·7	+ 1 19	—	β 468	8·5	18 22·7	— [illegible]
7245	Σ 2262	4·6	17 57·6	— 8 11	7421	*h* 859	10	18 24·0	— 2 [illegible]
—	β 635	9	17 57·7	+ 1 35	7424	Σ 2321	8·9	18 24·9	— 1 [illegible]
7255	*O*Σ² 164	7·8	17 58·4	+ 7 55	7429	Σ 2322	5	18 25·1	— 4 [illegible]
7258	Σ 2265	8·9	17 59·2	+ 6 28	7433	*O*Σ² 170	6·7	18 25·8	— 4 [illegible]
7259	Σ 2266	8	17 59·4	+ 3 29	7434	Σ 2324	8	18 25·9	+ 1 [illegible]
7261	Σ' 2039	7·8	17 59·6	+ 6 26	7437	*h* 860	10	18 26·2	+ 2 [illegible]
7265	Σ 2269	7	17 59·6	+14 47	7436	σ 577	—	18 26·4	— 1 [illegible]
7271	*h* 1311	11	18 0·0	+13 29	7442	Σ 2329	8	18 26·6	— 6 [illegible]
7274	*h* 1312	10	18 0·2	+13 33	7444	Σ 2330	7	18 26·6	—13 [illegible]
7270	*h* 5016	10	18 0·4	— 4 33	7445	Σ 2331	9	18 26·7	— 6 [illegible]
7273	Σ 2272	4	18 0·4	+ 2 33	7447	*O*Σ 354	7·8	18 27·2	+ 6 [illegible]
7278	*O*Σ² 165	7·8	18 1·1	+ 4 34	7456	Σ 2336	8·9	18 28·2	—13 [illegible]
7283	Σ 2276	6	18 1·1	+12 0	7455	*h* 861	10	18 28·3	— 3 [illegible]
7292	*h* 5493	4	18 2·6	+ 9 33	7461	*Schj.* 24	9	18 28·6	— 7 [illegible]
—	β 826	9·6	18 3·0	+ 9 45	7460	*O*Σ 355	6·7	18 28·6	— 8 [illegible]
—	β 636	7	18 3·1	+ 2 12	7464	*h* 1329	9·10	18 29·5	+11 [illegible]
7298	*Hh* 558	—	18 3·3	+13 4	7463	*h* 863	12	18 29·6	— 3 [illegible]
7309	Σ 2281	5·6	18 4·6	+ 3 58	7468	Σ 2341	8·9	18 30·3	—11 [illegible]
7313	Σ 2285	8·9	18 4·6	+13 28	7471	β 643	5·7	18 30·7	— 4 [illegible]
7311	Σ 2283	7·8	18 4·7	+ 6 8	7475	*O*Σ 357	7·8	18 31·3	—11 [illegible]
—	β 637	6·5	18 4·9	+ 3 7	7476	*h* 864	7	18 31·6	— 4 [illegible]
7315	Σ 2286	8	18 5·3	+ 0 31	—	β 644	7	18 31·6	— 4 [illegible]
—	β 638	9·0	18 5·3	+ 2 34	7481	Σ 2346	8	18 32·4	— 7 [illegible]
7319	Σ 2287	9·0	18 5·3	+ 2 34	7484	Σ 2347	7	18 32·8	— 0 [illegible]
7318	Σ 2289	6·7	18 5·4	+ 2 30	7488	*h* 5499	9	18 33·2	— 4 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7492	OΣ 360	7	18h 33m·7	+ 4° 46′	7535	Σ 2369	7	18h 38m·9	+ 2° 32′
7494	h 5500	8	18 34·0	+ 2 27	7537	h 1338	10·11	18 38·9	+12 3
7500	h 1331	6·7	18 34·0	+14 59	7551	Σ 2375	6	18 39·6	+ 5 24
7503	Σ 2355	6	18 35·0	+ 7 16	7577	h 1344	9·10	18 42·6	+15 8
7512	Σ 2361	9	18 35·6	+ 3 1	7584	Σ 2389	8	18 43·1	+ 7 36
7514	Σ′ 2129	8·5	18 35·6	+ 9 36	7587	OΣ² 174	7	18 43·2	+11 2
7517	h 1334	8	18 36·2	+12 7	7633	Σ 2413	8	18 48·4	+ 3 16
7527	h 866	13	18 37·6	+ 4 33	7649	Σ 2417	4	18 50·2	+ 4 4
—	β 136	9	18 38·0	+ 5 38	7656	h 5504	8	18 51·9	+ 2 20
7534	OΣ 361	7·8	18 38·8	+ 5 32					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1109	15h 12m·1	+ 5° 36′	eeF, pS, R, * nf, v diffic	1126′	15h 30m·0	+ 5° 20′	* 13 neb ?
1112	15 12·8	+ 7 36	eeF, pS, R	5955	15 30·2	+ 5 25	eF, vS, stell
5904	15 13·5	+ 2 27	!!, ⊕, vB, L, eCM, st 11 . . 15	5956	15 30·3	+12 5	F, S, R, * 16 f nahe
1113′	15 13·5	+12 52	eF, * 12 nr	5957	15 30·7	+12 23	pB, pL, lbM
5910	15 15·1	+21 14	vF, S, er	5960	15 31·4	+ 6 0	vF, S, neb *
5911	15 15·3	+ 3 53	vF, vS, 2 S st inv	1127′	15 31·6	+23 49	pF
5913	15 15·7	— 2 13	vF, pL, vlE, r	5962	15 32·0	+16 56	pF, pL, ilE, gbM
5919	15 16·6	+ 8 5	eeF, pS, lE	5964	15 32·6	+ 6 18	eF, vL, R, vgbM, r
5920	15 16·9	+ 8 4	eeF, pS, lE	1128′	15 32·8	— 1 13	pF, pS, R
5921	15 17·0	+ 5 26	cB, cL, iR, vsbM* 12, am st	1130′	15 33·2	+17 34	vF, * 8·7 f
1116′	15 17·2	+ 8 48	eeF, S, R	5970	15 33·8	+12 31	pF, pL, R, rr
1117′	15 19·7	+15 48	F, vS, R, lbM	1131′	15 34·1	+12 25	pF, vS, R, stell
1118′	15 20·3	+13 48	pB, vS, R, S * nr	5972	15 34·3	+17 21	F, pS, iR
5928	15 21·5	+18 26	pB, cS, R, psbM, * 7 n	1132′	15 35·5	+20 59	—
1120′	15 21·7	+19 13	eF, cS, vF * att	5975	15 35·6	+21 48	vF, vS, iR, scv vF st inv
1121′	15 22·8	+ 7 10	eeF, cS, stell, vF* p nahe	5977	15 36·0	+17 27	eF, S, R, lbM
5931	15 24·5	+ 7 55	eF, pL, R	1133′	15 36·6	+15 54	pB, pL, iF
1122′	15 24·6	+ 7 56	vF, pS, mbM, * 11 p	5980	15 36·8	+16 6	F, pS, E 0°
5936	15 25·3	+13 20	F, pL, iR, vgbM, r	5983	15 37·9	+ 8 34	eF, cS, R, vlbM
5937	15 25·6	— 2 29	pB, pS, R, vgbM, 3 st f	5984	15 38·2	+14 31	pB, S, E 135° ±, bM
1124′	15 26·2	+24 0	eeF, vS, mE, 2 st n	5988	15 39·5	+10 37	eeF, pS, R, F * nr n
5940	15 26·4	+ 7 49	eF, pS, R, F * p	1134′	15 40·4	+17 18	vF, vS, dif
5941	15 26·6	+ 7 42	eeF, S, R } Declinationen vielleicht zu vertauschen	1135′	15 41·0	+18 0	vF, vS, R
5942	15 26·7	+ 7 39	eeF, S, R }	5990	15 41·3	+ 2 43	vF, vS, R, gbM
5944	15 26·8	+ 7 40	eeF, S, R	5994	15 41·8 ±	+18 11 ±	S
1125′	15 27·9	— 1 17	F, pL, R, dif	1136′	15 42·4	— 1 15	F, eS, stell
5948	15 28·0	+ 4 19	F* in vF neby, vF* nahe	5996	15 42·5	+18 12	pF, cS, R, r, bet 2 D st
5951	15 29·1	+15 20	F, pS, E 150° ±	5997	15 42·6	+ 8 37	eF, eeS, stell
5952	15 30·0	+ 5 19	eF, vS, alm stell	1137′	15 44·1	+ 8 54	vF, S, R, * 9 np nahe
5953	15 30·0	+15 32	pB, cS } Doppel Neb.	1140′	15 44·7	+19 23	vF (? SCl), * 9·5 nahe
5954	15 30·0	+15 32	pB, cS }	1141′	15 44·9	+12 42	vF, vS, R
				1142′	15 44·9	+18 28	vF, dif
				6003	15 45·0	+19 20	F, vS, S * inv

Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Sterns
6004	15h 45m·9	+19° 14′	vF, pL, lE, lbM
6006	15 48·3	+12 18	vF, S
6008	15 48·6	+21 24	vF, R, pL, bM
6007	15 48·7	+12 15	F, pL
6009	15 48·7	+12 22	F, vS, stell
6010	15 49·2	+ 0 51	pF, S, E 90° ±, gbM, r
6012	15 49·6	+14 53	F, bet 2 B st
6014	15 51·0	+ 6 14	pB, pL, E
1148′	15 52·5	+22 42	Neb *
6020	15 52·8	+22 42	eF, cS, iR, lbM
6027	15 54·8	+21 3	cF, vF * inv, 2 vF st nr
1158′	15 56·6	+ 2 0	eeF, pL, iR
6033	15 59·2	— 1 51	vF neb *
6059	16 2·1	— 6 9	vF, S, R
6070	16 4·9	+ 0 58	F, L, pmE, vgbM, r
6080	16 7·8	+ 2 26	pB, pS, R, mbM
6100	16 11·6	+ 1 7	eeF, vS, eeF * p nahe
6118	16 16·6	— 2 3	vF, cL, cE 45° ±, r
1213′	16 16·9	— 1 17	F, vS, R
6171	16 26·9	—12 50	⊕, L, vRi, vmC, R, rrr
6172	16 27·0	— 1 17	vF, cS, R, bM
6218	16 42·0	— 1 46	!!, ⊕, vB, vL, iR, gmbM, rrr, st 10 . . .
6220	16 42·2	— 0 5	eeF, pS, iR, 3 F st s
6230	16 45·8	+ 4 48	eeF, pS, R, v diffuse
6234	16 47·0	+ 4 32	F, S, R
6235	16 47·4	—22 0	pB, cL, iR, rrr, st 14...16
6240	16 47·9	+ 2 34	vF, pL, lE, dif
6254	16 51·9	— 3 57	!, ⊕, B, vL, R, gvmbM, rrr, st 10 . . 15
6280	16 57·1	+ 6 49	pB, S, lE
6287	16 59·1	—22 34	⊕ cB, L, R, gpmCM, rrr, st 16
6296	17 3·8	+ 4 4	pB
1242′	17 3·8	+ 4 11	vS, R, vlbM
6293	17 3·9	—26 26	⊕, vB, L, R, psbM, rrr, st 16
6294	17 4·0	—26 26	F, S, vgbM
1243′	17 5·9	+10 55	pF, pS, mE, r
6304	17 8·2	—29 20	⊕, B, cL, R, lbM, rrr, st 16

Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Sterns
6309	17h 8m·4	—12° 48	B, S, bet 2 st [illegible]
6316	17 10·3	—28 1	⊕, cB, pS, R, [illegible], rrr, st 16
1247′	17 10·8	—12 41	stell, * 10 [illegible]
6325	17 11·9	—23 39	pF, L, R, rr
6333	17 13·3	—18 25	⊕, B, L, R, [illegible], rrr, st 14
6335	17 14·2	—30 3	Dif neb
6342	17 15·3	—19 29	cB, pS, lE, rr
6355	17 17·7	—26 15	cF, L, R, [illegible], rrr
6356	17 17·8	—17 43	⊕, vB, cL, [illegible], rrr, st 20
6360	17 19·0	—29 54	Neb Milchstrasse
1257′	17 21·8	— 7 0	F, pL, [illegible]
6366	17 22·4	— 4 59	F, L, [illegible]
6368	17 22·5	+11 38	F, S, E
6369	17 23·2	—23 40	[illegible], pB, S, R
6378	17 25·8	+ 6 22	[illegible]
6384	17 27·6	+ 7 8	pB, S, [illegible]
6402	17 32·3	— 3 11	⊕, B, vL, R, [illegible], rrr, st 11
6401	17 32·5	—23 51	pB, pL, R, * 12 [illegible]
6413	17 36·0	+12 41	vF, vS, [illegible]
6426	17 39·9	+ 3 13	vF, cL, E, [illegible]
6481	17 47·9	+ 4 11	vS, bM
6509	17 54·6	+ 6 18	vF, pL, iR, [illegible]
6517	17 56·4	— 8 57	pB, pL, R, rr
6525	17 57·3	+11 3	Cl, P, st L
6535	17 58·7	— 0 18	pF, vS, vS [illegible]
6539	17 59·4	— 7 35	—
1216′	18 5·7	— 7 15	eeF, vL, [illegible], D * p nahe
6570	18 6·6	+14 4	pF, pL, R
6572	18 7·2	— 6 50	⊕, vB, vS, R
6574	18 7·3	+14 57	pB, S, R
6610	18 12·7	+14 58	F, S, E, [illegible], r
6615	18 14·0	+13 12	vF, vS
6627	18 18·2	+15 38	vF, pL
6633	18 22·7	+ 6 30	Cl, lC, st L
6635	18 23·1	+14 43	vF, S, R

C. Veränderliche Sterne.

a. Ophiuchus.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
W Ophiuchi .	16h 16m 2s	— 7° 27′·5	8·9—9·5	< 13·5	1881 Juli 10 + 331d·3 E
V „ .	16 21 10	—12 12·0	7·0—7·5	9·6—10·5	1874 Mai 26 + 3[illegible] E

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
T Ophiuchi .	16^{h}28^m 1^s	−15°55'·2	10	< 12·5	1860 April 6 + 361 *E*? gegenwärtige Epoche zweifelhaft.
S „ .	16 28 30	−16 57·0	8·3—9·0	< 13	1857 Juni 29 + 233^d·8 *E*
Nova „ .	16 53 54	−12 44·4	5·5	12·5	Neuer Stern vom Jahre 1848.
R „ .	17 2 1	−15 57·6	7·8—8·1	< 12	1857 Juli 11 + 302^d·7 *E*.
U „ .	17 11 27	+ 1 19·3	6·0	6·7	Min. 1881 Juli 17^d 14^h 45^m + 20^h 7^m 42^s·56*E* + 80 *sin*(0°·0225 *E* + 140°·0)
Z „ .	17 14 28	+ 1 37·3	7·5—8·2	11·8—12·5	1893 Mai 6 + 348^d *E*
Nova Serpentarii	17 24 38	−21 23·7	> 1	?	Neuer Stern vom Jahre 1604
Y Ophiuchi .	17 47 17	− 6 7·1	6·2	7·0	1882 Sept. 5 + 17^d·1207 *E*
X „ .	18 33 35	+ 8 44·4	6·8—7·0	9·0	1886 Juni 3 + 335^d *E*

b. Serpens.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
S Serpentis .	15^{h}16^{m}59^s	+14°40'·4	7·6—8·7	12·5?	1828 April 2 + 365^d·4 *E* + + 60 *sin* (6°·5 *E* + 347°)
R „ .	15 46 5	+15 26·3	5·6—7·6	13	1827 Mai 22 + 357·0 *E* + + 35 *sin* (4° *E* + 48°)
d „ .	18 22 6	+ 0 8·2	5·0	5·7	8^d·72
T „ .	18 23 56	+ 6 14·0	9·1—10·5	< 13·5	1861 Mai 11 + 342^d·3 *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	15^{h}13^{m}19^s	− 0° 5'·7	6·2	*G*
2	15 14 14	+ 2 9·0	5·0	*F*
3	15 15 26	+14 54·6	7·3	*G*
4	15 15 57	+ 1 4·8	6·1	*F*
5	15 16 59	+14 40·4	*var*	*R*, *S* Serpentis
6	15 19 9	+ 9 15·7	7·5	*RG*
7	15 21 9	+15 46·8	4·8	*RG*
8	15 27 50	− 0 50·8	6·0	*F*
9	15 31 52	+15 25·1	6·7	*GR*
10	15 32 49	+11 28·1	7·5	*R*
11	15 38 24	− 1 22·9	8·8	*R*
12	15 38 39	+12 1·7	7·0	*RG*
13	15 39 20	+ 6 44·4	2·2	*G*
14	15 40 20	+15 22·4	8·5	*OR*
15	15 43 44	− 0 41·9	7·5	*F*
16	15 44 11	+12 42..	—	*RG*
17	15 44 14	+18 28·1	4·0	*RG*
18	15 45 16	+ 2 30·2	5·8	*F*
19	15 46 5	+15 26·3	*var*	*RG*, *R* Serpent.
20	15 46 51	+21 17·2	5·0	*G*
21	15 54 57	+ 0 54·2	7·4	*RG*
22	16 4 36	+ 1 5·0	7·0	*WG*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
23	16^h 9^m 6^s	− 3°25'·9	3	*GG*
24	16 13 1	− 4 26·6	3·3	*F*
25	16 16 1	− 7 28·0	*var*	*RR*, *W* Ophiuchi
26	16 19 17	+ 0 2·1	8·8	R^3
27	16 21 10	−12 12·0	*var*	*RR*, *V* Ophiuchi
28	16 22 21	− 7 21·8	6·1	*GG*
29	16 22 31	+ 3 5·7	6·8	*G*
30	16 24 42	− 0 55·2	—	*GR*
31	16 33 37	−12 8·0	8·0	*R*
32	16 36 1	−19 44·0	6·0	*R*
33	16 39 39	−18 57·2	6·7	*R*
34	16 43 38	−21 40·5	7·0	*G*
35	16 44 14	+ 0 5·8	8·4	R^3
36	16 45 54	− 0 17·7	8·5	*RR*
37	16 46 4	− 6 0·3	8·8	*R'*
38	16 51 2	+ 1 34·8	—	*O*
39	16 51 58	+ 6 39·3	7·5	*RG*
40	16 52 57	+ 9 31·9	3·0	*G*
41	16 53 54	−12 44·4	—	*R*, Nova Ophiuchi
42	16 54 33	− 4 3·7	7·3	*GO*
43	16 55 6	+11 4·7	7·5	*RG*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
44	16h 55m 47s	− 4° 4′·3	5·8	O R	80	17h 53m 51s	+14° 36′·7	7·8	R G
45	17 7 45	+10 43·1	5·8	R G	81	17 56 34	+14 7·9	7·3	R G
46	17 9 15	−26 26·6	4·9	R	82	17 56 45	−12 18·8	7·5	R²
47	17 10 33	−15 6·8	7·0	R G	83	18 1 4	+ 7 5·1	7·8	F
48	17 11 56	−24 10·6	5·5	F	84	18 2 30	+ 6 31·7	7·5	R G
49	17 14 44	+ 2 14·5	7·0	R G	85	18 2 50	+15 13·4	7·4	G
50	17 15 35	−24 48·3	6·8	R	86	18 4 48	+12 23·5	7·5	R
51	17 17 5	−28 2·7	5·8	R	87	18 4 51	+ 6 11·6	7·0	G
52	17 17 49	+ 9 50·1	8·6	G	88	18 6 49	+ 5 27·2	8·2	R²
53	17 20 19	−24 5·0	4·5	R	89	18 8 51	+ 2 21·7	6·8	R G
54	17 20 42	−21 22·9	7·5	O R'	90	18 8 57	+10 47·9	7·5	R G
55	17 22 59	+ 8 31·0	7·3	R G	91	18 9 23	− 2 37·7	7·8	O R R
56	17 23 50	−19 23·6	7·8	R R	92	18 11 4	+ 2 20·7	6·3	R G
57	17 27 34	−22 5·9	8·1	R²	93	18 14 21	+ 0 48·2	7·9	F
58	17 27 52	+14 28·2	7·0	R G	94	18 14 31	+14 32·0	7·5	R G
59	17 29 11	+14 54·8	6·2	G R	95	18 20 32	+ 1 31·3	9·0	R
60	17 29 23	+12 35·9	8·2	O R	96	18 22 52	+ 3 41·0	6·0	R G
61	17 31 12	+12 5·8	7·0	R G	97	18 23 56	+ 6 14·0	var	G R, T Serpentis
62	17 38 32	+ 4 36·5	3·0	G					
63	17 39 0	+ 4 22·6	8·1	O R'	98	18 24 49	− 2 3·1	5·8	G
64	17 39 4	−18 36·8	8·3	R R	99	18 26 6	+ 8 0·4	7·6	G R
65	17 41 21	+ 1 5·8	6·8	R G	100	18 26 26	+ 4 18·9	9·3	R R
66	17 42 27	− 3 36·4	8·5	R	101	18 27 41	+ 4 13·3	7·5	R G
67	17 44 29	+ 0 56·1	7·3	R G	102	18 30 23	+ 4 51·6	8·5	G R
68	17 47 1	+ 1 8·2	6·8	O	103	18 32 5	+11 44·0	8·9	R G
69	17 47 5	+ 4 30·5	7·0	R G	104	18 32 6	+ 6 20·1	7·5	G
70	17 47 12	− 1 23·3	7·8	O R'	105	18 32 27	+ 3 8·0	8·0	R
71	17 47 33	+ 1 19·7	6·0	G	106	18 33 10	+11 21·6	8·7	R G
72	17 47 51	− 3 33·1	7·5	O R'	107	18 33 35	+ 8 44·4	var	R, X Ophiuchi
73	17 48 33	−11 18·9	6·5	W G					
74	17 49 7	+ 1 46·7	9·5	R	108	18 34 5	+ 9 3·3	9·4	G
75	17 52 13	+ 0 12·6	8·7	R G	109	18 39 10	+10 48·0	6·8	R G
76	17 52 34	− 1 46·1	8·4	O R	110	18 43 6	+ 4 7·9	6·5	G
77	17 53 2	+ 2 43·8	7·3	G	111	18 50 34	+ 6 29·5	5·8	G
78	17 53 5	−11 51·5	8·1	R²	112	18 51 33	+ 4 15·4	8·8	R²
79	17 53 32	+15 26·0	7·3	R G					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−30°	−20°	−10°	0°	+10°	+20°	+30°	α	Δδ
15h 0m	+37s	+34s	+33s	+31s	+29	+28	+25	15h 0m	−2·3
15 30	+37	+35	+33	+31	+29	+27	+25	15 30	−2·0
16 0	+38	+35	+33	+31	+29	+27	+24	16 0	−1·6
16 30	+38	+35	+33	+31	+29	+27	+24	16 30	−1·3
17 0	+38	+36	+33	+31	+29	+26	+24	17 0	−0·8
17 30	+39	+36	+33	+31	+29	+26	+23	17 30	−0·4
18 0	+39	+36	+33	+31	+29	+26	+23	18 0	0·0
18 30	+39	+36	+33	+31	+29	+26	+23	18 30	+0·4
19 0	+39	+36	+33	+31	+29	+26	+23	19 0	+0·8

Orion. (Orion.) Eines der schönsten Sternbilder des Ptolemäus, welches zu nahe gleichen Theilen dem nördlichen wie dem südlichen Himmel angehört. Orion war nach der Sage ein gewaltiger Jäger, deshalb folgen ihm auch wohl die beiden Hunde auf dem Fusse. Das Sternbild weist eine Fülle von hellen Sternen und interessanten Objecten auf, unter letzteren besonders den grossen Orionnebel. α Orionis, Beteigeuze, ist als bekannter farbiger und veränderlicher Stern hervorzuheben.

Als Grenzen sollen für das Folgende gelten:

Von $5^h 4^m$, — 12°, Stundenkreis bis — 4°, Parallel bis $4^h 32^m$, Stundenkreis bis + 16°, Parallel bis $5^h 20^m$, Stundenkreis bis + 14°, Parallel bis $5^h 48^m$, Stundenkreis bis + 23°, Parallel bis $5^h 54^m$, schräge Linie nach $6^h 28^m$, + 13°, Parallel bis $6^h 8^m$, Stundenkreis bis — 4°, Parallel bis $5^h 48^m$, Stundenkreis bis — 12°, Parallel bis $5^h 4^m$.

Heis zählt im Orion als mit blossem Auge sichtbar: 1 Stern 1ter Grösse, 3 Sterne 2ter Grösse, 4 Sterne 3ter Grösse, 6 Sterne 4ter Grösse, 25 Sterne 5ter Grösse, 95 Sterne 6ter Grösse, dazu 2 Veränderliche — Beteigeuze und δ Orionis — von denen der erste im Minimum 1·4 ter, der zweite 2·7 ter Grösse wird, im Ganzen also 136 Sterne.

Orion grenzt im Norden an Taurus und Gemini, im Osten an Monoceros, im Süden an Lepus und im Westen an Eridanus und Taurus.

A. Doppelsterne.

Numm. des Herschel. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Herschel. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1716	Σ 578	9·10	$4^h 34^m{\cdot}9$	+ 3° 8′	1817	h 3262	9·10	$4^h 49^m{\cdot}5$	+14° 41′
1726	Σ 583	8	4 35·8	+ 0 47	1824	Σ 614	8·9	4 50·0	— 0 43
1739	Σ 585	8	4 37·6	+ 4 34	—	β 553	5	4 50·8	+13 21
1754	h 682	9	4 39·4	+ 6 56	—	β 404	9·0	4 50·9	+ 9 0
1748	Σ 589	8	4 39·5	+ 5 6	1834	OΣ 91	7	4 51·0	+ 3 2
1759	h 683	—	4 40·7	+ 0 12	1841	Σ′493	9·0	4 52·1	+13 47
1765	h 3260	10	4 42·0	+14 26	1845	Σ 620	8·9	4 52·7	+13 48
1766	Σ 597	8	4 42·1	+12 56	1849	Σ 622	7	4 52·9	+ 1 31
1771	h 684	10	4 43·0	+10 45	1853	h 689	6·7	4 53·1	— 2 22
1772	Σ 601	—	4 43·0	+10 45	1851	Σ′499	6·5	4 53·3	+14 24
1782	OΣ² 55	7·8	4 43·8	+ 5 3	1860	Σ 626	8	4 54·8	+10 15
1778	h 3268	10	4 44·0	+15 44	1862	OΣ 93	7·8	4 55·1	+ 4 57
—	β 551	—	4 44·0	+15 54	1863	Σ 627	6·7	4 55·1	+ 3 28
1784	h 685	13	4 44·3	— 0 5	—	β 187	8	4 55·3	+14 22
1786	h 686	—	4 44·7	+ 1 0	1865	Σ 628	8	4 55·4	+ 3 7
1790	Hh 136	—	4 45·3	+ 6 40	1866	h 5462	11	4 55·7	+ 8 35
1789	Σ 605	9	4 45·4	+15 12	1864	Σ′504	8·0	4 55·7	+13 59
1793	Σ 609	—	4 45·6	+ 0 59	1868	Σ′506	8·2	4 56·3	+12 14
—	β 883	7·0	4 45·6	+10 54	1873	Σ 630	7	4 56·8	+ 1 28
1795	h 687	10	4 46·2	+ 8 17	1877	Hh 145	—	4 57·1	+ 1 56
—	β 552	7	4 46·2	+13 29	1899	Σ 639	8	4 59·2	— 3 0
1800	h 2422	10	4 46·6	+ 1 5	1901	h 691	9	4 59·7	+ 9 5
1808	Σ′485	8·5	4 48·0	— 1 25	1917	h 2250	9·10	5 1·5	+ 1 43
1813	Σ 612	7·8	4 48·8	+ 7 13	1923	OΣ 98	6	5 2·4	+ 8 32
1819	OΣ 90	7	4 49·1	+ 8 26	1924	Σ 643	8·9	5 2·5	+ 8 16

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1934	OΣ 99	5	5h 3m·9	+15° 28′	2096	Σ 713	8·9	5h 21m·8	— 6° [illegible]
1940	h 5464	10	5 4·2	— 0 45	2100	h 700	8	5 22·3	—10 [illegible]
1941	h 693	7·8	5 4·3	+ 8 4	2108	h 2266	12	5 23·0	+ 3 [illegible]
1938	Σ 650	9	5 4·6	+13 52	2112	h 2267	8	5 23·5	— 1 [illegible]
1947	Σ 651	7·8	5 5·2	— 7 11	2116	h 702	9	5 23·7	— 2 2
—	β 885	8·3	5 5·9	— 1 53	2119	Σ 722	7	5 23·9	— 8 27
1952	Σ 652	6·7	5 6·6	+ 0 55	2117	*Dawes* 6	7·2	5 23·9	— 3 23
1951	OΣ² 62	7	5 6·7	+ 6 44	2121	Σ 721	7·8	5 24·3	— 3 4
—	β 1006	9·6	5 7·3	— 2 19	—	β 557	7·0	5 24·3	+ 3 4
1962	Σ 654	5	5 7·6	+ 2 45	2125	σ 185	—	5 24·5	— 2 [illegible]
1970	h 2257	10	5 8·5	— 4 46	2128	Σ′ 583	7·2	5 24·7	— 7 [illegible]
1979	Σ 664	7·8	5 9·6	+ 8 19	2127	Σ 725	6	5 24·7	— 1 [illegible]
1983	Σ 668	1	5 9·7	— 8 19	2122	Σ 724	9	5 24·7	—10 57
—	β 555	1	5 9·7	— 8 19	2131	Σ 726	8	5 25·3	—10 11
1985	Σ 667	8	5 9·9	— 7 13	2133	Σ 728	5·6	5 25·4	— 5 53
1987	OΣ 102	6	5 10·3	+ 0 27	2139	h 2270	8	5 26·0	— 4 17
—	β 318	8·5	5 11·2	— 3 35	2137	Σ 729	6	5 26·0	+13 15
1999	Σ 675	8·9	5 11·2	— 5 45	2140	Σ 731	9	5 26·3	— 2 [illegible]
2004	Σ 678	8	5 12·3	+ 4 35	—	β 558	*var*	5 26·9	— 0 22
—	β 188	4	5 12·8	— 6 57	2142	Σ′ 590	2·0	5 26·9	— 0 22
2012	h 2259	11	5 12·9	— 6 57	2141	*Sh* 61	—	5 26·9	+ 2 45
2013	h 695	10	5 13·3	+ 9 8	2146	h 2271	9·10	5 27·1	— 7 [illegible]
2018	Σ 684	8	5 13·5	+ 3 53	2147	h 2272	10	5 27·4	— 5 0
2030	Σ 688	7	5 14·6	+10 51	—	β 1048	6·2	5 27·6	— 1 [illegible]
2029	h 2261	14	5 14·7	— 4 13	—	β 1049	8·7	5 28·0	— 1 47
—	β 189	7	5 15·0	— 5 28	2148	Σ 734	7	5 28·0	— 1 47
—	β 190	9·0	5 15·6	— 8 8	2149	Σ 735	8	5 28·0	— 6 34
2040	Σ 692	8	5 15·6	— 8 7	2153	OΣ 110	6	5 28·8	+ 3 45
2039	OΣ 105	7·8	5 16·1	+12 35	2156	*Hh* 183	—	5 29·1	— 1 [illegible]
2043	h 697	7	5 16·4	— 0 31	2157	*Engelm.*	—	5 29·1	— 6 [illegible]
2049	*Mäd Dorp.*	—	5 16·6	— 6 59	—	β 13	8	5 29·6	— 4 54
2046	Σ 693	8	5 16·6	— 2 9	2158	Σ 738	4	5 29·6	— 9 [illegible]
2047	OΣ 106	7	5 16·8	+ 5 18	2162	Σ′ 597	7·0	5 29·6	— 4 54
2052	h 698	10	5 17·4	+ 0 59	2159	OΣ 111	6	5 29·7	—10 10
2054	Σ 696	5	5 17·6	+ 3 27	2167	S 489	—	5 29·7	— 6 [illegible]
2051	Σ 697	7	5 17·8	+15 57	2166	S 488	—	5 29·7	— 5 [illegible]
2059	Σ 700	8	5 17·9	+ 0 58	2169	Σ 743	6	5 29·8	— 4 [illegible]
2063	Σ 701	7	5 18·5	— 8 31	2168	Σ 741	8	5 29·8	— 0 12
2064	*Peters*	7·0	5 18·8	— 0 58	2173	Σ 745	8	5 29·9	— 8 [illegible]
2069	Σ 702	9	5 19·1	+ 2 17	2172	h 1157	—	5 29·9	— 3 [illegible]
2071	*Hh* 169	3·3	5 19·4	— 2 29	2170	Σ 744	8·9	5 30·1	— 7 [illegible]
—	β 556	6·5	5 19·6	— 2 35	2176	Σ 746	8·9	5 30·2	— 4 [illegible]
2072	*S. C. C.* 200	2·0	5 19·8	+ 6 16	2177	Σ 747	5·6	5 30·3	— 6 [illegible]
2075	S 479	—	5 19·9	+ 1 44	2178	Σ 748	5·1	5 30·4	— 5 [illegible]
2081	Σ 709	9	5 19·9	— 7 48	2179	Σ′ 605	6·7	5 30·4	— 4 [illegible]
2077	Σ 708	8·9	5 20·0	+ 1 50	2184	Σ 752	3·4	5 30·5	— 5 [illegible]
2083	*Hh* 171	—	5 20·2	— 2 55	2181	Σ′ 606	4·8	5 30·5	— 5 [illegible]
2091	Σ 712	8	5 21·3	+ 2 51	2180	*Dawes* 4	5·1	5 30·6	— 4 [illegible]
2094	*Knott*	—	5 21·6	+ 3 0	2183	Σ 750	6	5 30·6	— 4 [illegible]
2098	h 2265	10·11	5 21·7	+ 5 14	2186	S 490	—	5 30·7	— 5 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2185	Σ 751	8	5h 30m·7	— 1° 3′
2188	*Dawes* 3	7·5	5 31·0	— 5 42
2191	Σ 754	6·7	5 31·7	— 6 8
—	β 1050	10·5	5 31·9	— 5 32
—	β 1051	10·1	5 32·0	— 4 56
2193	Σ 756	8·9	5 32·4	+ 2 15
2194	Σ 757	8	5 32·4	— 0 18
—	β 89	9	5 32·5	— 1 29
2198	OΣ² 65	7	5 32·7	+ 0 56
2201	Σ 758	8	5 33·0	— 0 15
2210	β 1032	4·0	5 33·7	— 2 39
2212	Σ 762	4·0	5 33·7	— 2 39
2213	*S* 493	—	5 33·8	— 0 13
2209	Σ 763	8	5 33·8	+10 12
2214	OΣ 113	7	5 34·2	+12 58
2220	Σ 765	—	5 34·4	— 0 11
2226	*h* 2275	10·11	5 35·1	+ 1 54
2235	Σ 774	2	5 35·7	— 1 59
—	β 1052	7·2	5 36·6	— 2 56
2249	Σ 782	8	5 37·5	— 0 0
2261	*h* 2277	10	5 38·9	+ 2 46
2263	OΣ 116	7·8	5 39·4	+ 3 47
2268	Σ 789	—	5 39·8	+ 3 58
2279	Σ 790	7	5 41·4	— 4 18
2281	*S.C.C.*226	—	5 41·6	+ 0 3
—	β 559	9·0	5 41·6	+ 0 3
2286	Σ 792	8	5 41·8	— 3 18
2283	*h* 3279	6	5 42·0	+13 52
2290	OΣ 119	7·8	5 42·5	+ 7 57
2292	Σ 795	6	5 42·6	+ 3 25
—	β 15	8	5 42·7	— 2 20
—	β 561	7	5 43·1	+12 23
2295	Σ 797	7	5 43·2	+ 4 40
2294	*h* 5465	7	5 43·2	+11 58
2300	Σ 798	7	5 43·4	— 8 25
2303	*h* 2280	10	5 44·0	— 3 21
2310	Σ 804	8·9	5 44·2	— 9 45
2308	*h* 712	9	5 44·4	+ 6 4
2314	*Schj.* 3	8·5	5 44·7	— 4 29
2318	*h* 2281	9	5 45·3	+ 2 34
2323	β 1188	7·9	5 45·6	— 1 28
2329	*h* 32	9	5 46·7	— 7 29
2331	*h* 3804	9	5 46·8	—12 48
—	β 95	8	5 47·1	— 7 20
2335	OΣ 123	7	5 48·6	+10 14
—	β 563	7·8	5 48·9	+15 29
2338	Σ' 652	7·7	5 49·1	+13 51
2345	Σ 815	8	5 49·2	+ 5 19
2344	*Hh* 205	—	5 49·2	+ 7 6
2346	Σ 817	8	5 49·5	+ 7 0

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2347	Σ 816	—	5h 49m·6	+ 5° 50
2349	*h* 2283	10·11	5 49·8	+ 1 35
2348	Σ'656	1	5 49·8	+ 7 22
2353	Σ 819	8	5 50·0	— 0 57
2352	Σ 818	9	5 50·0	+ 4 42
2351	*S* 503	—	5 50·2	+13 56
2354	Σ 820	8·9	5 50·3	+ 8 58
—	β 1189	8·1	5 52·2	+ 0 23
—	β 1190	7·4	5 52·3	+ 0 1
2375	*h* 5466	8	5 52·6	— 1 50
2376	OΣ 124	6	5 53·2	+12 49
2378	*h* 3280	11	5 53·3	+13 19
2382	Σ'661	6·7	5 53·3	+ 1 50
2380	OΣ 126	7	5 53·5	+17 48
2384	Σ 826	8	5 53·8	— 1 20
2393	Σ 827	8	5 55·0	— 0 30
2397	Σ 829	8	5 55·1	—11 40
2396	Σ 828	8	5 55·7	+17 25
2398	Σ'666	8·0	5 56·0	+17 26
—	β 564	9·0	5 56·0	— 1 34
—	β 1056	4·0	5 56·9	+ 9 39
2406	*h* 2290	—	5 57·0	+ 0 59
—	β 16	5·5	5 57·1	—10 36
2401	Σ 830	8·9	5 57·2	—17 39
2402	*h* 5467	11	5 57·4	+17 41
2411	Σ 836	8	5 57·5	— 2 21
2410	Σ 833	7·8	5 58·4	+ 4 21
2415	Σ 837	7	5 58·4	+ 4 21
2413	Σ 835	8	5 58·4	+18 18
2416	Σ'672	—	5 59·1	+18 20
2425	Σ 839	8·9	5 59·9	— 2 43
2427	Σ 838	—	6 0·0	+ 0 52
2434	Σ 841	—	6 0·9	+ 5 58
2432	Σ 840	6·7	6 0·9	+10 46
2441	Σ'676	7·0	6 1·7	+ 2 11
2445	Σ 847	8·9	6 2·0	+ 0 20
2448	*h* 2295	11	6 2·1	— 3 38
2446	Σ 846	8	6 2·2	+ 2 8
2456	Σ 850	8·9	6 2·5	— 3 58
2449	Σ 844	—	6 2·6	+14 1
2450	*S* 507	—	6 2·7	+14 0
2457	Σ 851	8	6 2·8	+ 3 18
2455	Σ 848	8	6 2·8	+13 59
2461	*h* 2296	11	6 2·9	— 3 20
2452	Σ 849	8·9	6 2·9	+17 25
2463	Σ 854	8·9	6 3·5	+ 5 48
2462	Σ 853	8	6 3·6	+11 41
2466	Σ 855	5·6	6 3·7	+ 2 31
2465	Σ 856	5·6	6 3·7	+ 7 5
2469	Σ 858	6	6 3·8	+ 2 31

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2473	Σ 859	8	6h 4m·3	+ 5° 41′
2476	Σ 863	8	6 4·4	+ 6 1
2471	*Hh* 216	—	6 4·4	+15 56
2482	Σ 876	8	6 5·8	+17 24
2490	*h* 2299	10	6 6·0	— 3 49
2489	*h* 721	9	6 6·1	+ 0 58
2483	*Hh* 217	6·0	6 6·1	+19 49
2487	*h* 719	12	6 6·3	+ 9 57
2488	*h* 720	9	6 6·3	+10 37
2500	Σ 871	8	6 6·5	— 0 44
2497	*h* 722	9·10	6 6·7	— 0 33
2496	*h* 2301	10·11	6 6·8	+ 5 29
—	β 1017	8·7	6 7·5	— 2 55
2502	Σ′ 696	7·0	6 7·6	— 1 18
2501	Σ 873	9	6 7·6	— 1 16
2503	Σ 874	8	6 7·6	— 3 28
2504	Σ 870	8·9	6 8·1	+14 10
2506	*S* 509	—	6 8·2	+14 26
2510	Σ′ 700	7·5	6 8·6	+14 32
2514	*O*Σ² 71	7	6h 8m·8	+11° [illegible]
2515	Σ 877	7·8	6 9·0	—14 [illegible]
2520	*O*Σ 135	7	6 9·4	+ 2 [illegible]
2523	*h* 383	10	6 9·6	— 2 [illegible]
2524	*h* 723	9·10	6 9·7	+ 0 [illegible]
2522	Σ 880	8	6 9·9	+10 [illegible]
2521	*Hh* 218	—	6 10·0	—16 [illegible]
—	β 193	8	6 10·2	+ 4 [illegible]
2530	*h* 2305	10	6 10·8	+ 1 [illegible]
—	β 1018	8·5	6 11·1	— 2 [illegible]
2533	*h* 724	11	6 11·3	+ 0 [illegible]
2535	Σ 885	8·9	6 11·5	+ 6 [illegible]
—	β 96	6	6 11·6	— 9 [illegible]
2554	*h* 2281	9	6 13·5	—14 [illegible]
2537	*O*Σ² 73	7	6 13·8	+13 [illegible]
—	β 97	7·5	6 19·6	+ 1 [illegible]
2611	*O*Σ 140	7	6 20·8	+15 [illegible]
2630	Σ 913	7	6 22·2	+15 [illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
383′	4h 33m·5	+ 9° 42′	*vF, S, dif,* * 11·5 *f*
1633	4 34·8	+ 7 9	*eF, S, R,* * 8 *sp*
1634	4 34·8	+ 7 8	*eF, vS*
1635	4 35·1	— 0 45	*F, S, R, bM,* * 11 *nf* 12*s*
1637	4 36·4	— 3 3	*cB, L, R, vgbM*
1638	4 36·6	— 2 0	*F, pL, lE*
1642	4 37·8	+ 0 25	*F, R,* kometarisch, △ mit 2 *st* 18 *f*
1653	4 40·8	— 2 34	*F, cS, R, lbM*
1654	4 40·8	— 2 16	*F, S, R, lbM, r* ?
1657	4 41·1	— 2 15	schwächer aber grösser als 1654
392′	4 41·2	+ 3 20	*pB, S, R, N* = 12·5
1661	4 42·1	— 2 14	*vF, vS, bM*
1662	4 43·0	+10 45	*Cl, L* und *S sc st*
1663	4 43·0	+12 59	*Cl, lRi, st L* und *S*
395′	4 44·3	+ 0 4	*eF, vS, R, F* * *f* nahe
1670	4 44·7	— 2 56	*vF, vS*
1671	4 45·2	— 0 57	*pF, pS, R*
1678	4 46·5	— 2 48	*vF, S*
1682	4 47·3	— 3 16	*vF, vS,* * 9 *s* 4′·5
1683	4 47·4	— 3 12	*vF, R*
1684	4h 47m·5	— 3° 16′	*pF, pS, R, bM,* * [illegible] 225° ±
1685	4 47·6	— 3 4	*F*
1690	4 49·2	+ 1 28	*vF, vS,* [illegible]
1691	4 49·4	+ 3 6	*F, S,* * 11 [illegible]
1707	4 53·4	+ 8 5	*S, R,* [illegible]
1709	4 53·6	— 0 37	*vF, vS*
1713	4 53·8	— 0 38	*F, S, R, bM*
1717	4 54 ±	— 0 24	[illegible]
1719	4 54·5	— 0 24	*pF, S, iR,* [illegible]
1729	4 55·2	— 3 31	*vF, pL,* [illegible]
1740	4 56·7	— 3 27	*eF, vS,* * 12 [illegible]
1742	4 56·7	— 3 27	*vF, vS*
1753	4 57·5	— 3 30	*eeF, pS, R*
1762	4 58·5	+ 1 29	*vF, vS*
1788	5 1·9	— 3 29	*B, cL, R,* [illegible] * 10, 11 [illegible]
1819	5 6·3	+ 5 5	*vF, S, R*
404′	5 7·8	+ 9 38	*vF, vS,* [illegible] * 13 [illegible]
1843	5 9·4	—10 44	*F, S, R,* [illegible]
409′	5 14·3	+ 3 13	*pB, R,* [illegible]
1875	5 16·4	+ 6 35	*eF, S, R*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
412'	5h 16m·7	+ 3° 23'	vF, vS stell} Pos. 115°	431'	5h 35m·2	− 1° 30'	Neb * 8·6
413'	5 16·7	+ 3 23	vF, vS stell} Dist. 36"	432'	5 35·9	− 1 32	Neb, lE, * 8·4 inv
414'	5 16·8	+ 3 13	eF, * 9 sf 2'	433'	5 35·9	−11 43	F, S, dif, gbM
1888	5 17·9	−11 35	pB, pL, R, r	434'	5 36·0	− 2 28	{ Neb, 60' l, südlich von ζ Orion.
1889	5 18±	−11 35	enger D Neb mit 1888				
1908	5 20·9	− 2 37	v dif neb, vermuthet	2022	5 36·6	+ 9 2	○, pB, vS, vlE
1909	5 21·1	− 8 13	eL (2° in δ)	2023	5 36·6	− 2 17	L, lE neb, B * in M
1924	5 23·1	− 5 24	vF, pL, iR, st nr	2024	5 36·8	− 1 54	l, irr, B, vvL
1927	5 23·9	− 8 28	dif neby	435'	5 37·9	− 2 22	Neb, * 8·5
420'	5 27·3	− 4 34	vF, sp * 9	2039	5 38·6	+ 8 36	Cl, vL, lRi, lC
421'	5 27·4	− 8 9	vF, L	2045	5 39·4	+12 51	* 8·9 mit F neb
423'	5 28·3	− 0 41	vF, L, ovaler Ring	2054	5 40·1	−10 7	vF, pS, iR, r ? * 9·10 7' n
424'	5 28·5	− 0 23	vF, L	2064	5 41·2	− 0 3	eF, vS, * 9·10 np 4'
1973	5 30·1	− 4 48	* 8·9 inv	2063	5 41·3	+ 8 45	Cl, P, S sc st
1975	5 30·3	− 4 45	B : inv	2067	5 41·4	+ 0 4	F, pL
1976	5 30·4	− 5 28	{ !!! θ Orionis und der grosse Nebel	2068	5 41·6	+ 0 1	B, L, gmbN, 3 st inv, r
				2071	5 42·0	+ 0 16	D* (10·14) mit vF, L neb
1977	5 30·5	− 4 54	{ !!, 42 Orionis u. Nebel verbund. mit 1973·75	2110	5 47·4	− 7 29	eF, cS, lE, pslbM, er
				2112	5 48·7	+ 0 22	Cl, pL, lRi, pC, st S
1980	5 30·5	− 5 59	vF, vvL, ι 44 Orionis inv	2119	5 51·9	+11 56	F, vS, R, bM
1981	5 30·6	− 4 25	Cl, vB, lRi, st L, sc	2141	5 57·4	+10 26	F, pS, dif
1982	5 30·6	− 5 20	{ !, vB, vL, R mit Schweif mbM, * 8·9	2143	5 57·8	+ 5 43	Cl, L, pRi, vlC, st 10
				2169	6 2·8	+13 58	Cl, S, lRi, pmC, :
1990	5 31·1	− 1 16	!!!, eL, E, ε Orion. inv p	2180	6 4·3	+ 4 44	Cl, pRi, lC, st L und S
1999	5 31·6	− 6 47	* 10·11 inv in Neb	2184	6 6·0	− 3 30	Cl, L, vlC
426'	5 31·7	− 0 18	vF, 5' Durchm.	2186	6 6·8	+ 5 28	Cl, pL, pRi, pC, st L und S
427'	5 31·7	− 6 43	} L, wahrsch. verbunden mit 1976	2189	6 7·2	+ 1 9	{ 2 Cl nr 2 st 9·10 und 10·11
428'	5 31·8	− 6 34					
429	5 33·5	− 7 6	vF, vS, R	2194	6 8·2	+12 50	Cl, L, Ri, gvmCM
430'	5 33·7	− 7 8	Nebelband 10' l, np * 5	2195	6 8·5	+17 41	F, S, 2 S st inv, * 10 n 30'

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Orionis . .	4h 53m 35s	+ 7° 58'·7	8·7—9·1	11·2—13·5	1855 März 23 + 380d·0 E
W „ . .	5 0 14	+ 1 2·4	6	7	
V „ . .	5 0 47	+ 3 58·0	8·4	< 13	1891 Febr. 14 + 266d E?
S „ . .	5 24 5	− 4 46·4	8·3—9·3	11·0—13·0	1870 Febr. 1 + 413d E
T „ . .	5 30 56	− 5 32·4	9·7	13	irregulär
α „ . .	5 49 45	+ 7 23·3	1	1·4	irregulär periodisch
U „ . .	5 49 53	+20 9·5	6·4—7·5	< 12	1885 Dec. 1 + 375d E

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	4h 44m 54s	+15° 36'·7	9·4	R	3	4h 47m 1s	+ 9° 40'·3	8·7	RG
2	4 46 52	+14 5·1	5·0	GR	4	4 48 10	+ 2 20·6	5·0	O

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
5	4ʰ 49ᵐ 24ˢ	+ 7° 37′·6	5·7	*G*
6	4 50 28	+ 0 16·9	9·0	*R*¹
7	4 53 22	+ 1 33·6	5·0	*G G?*
8	4 53 35	+ 7 58·7	var	*R*¹, *R* Orionis
9	4 53 55	+12 40·6	8·4	*R*
10	4 56 25	+ 6 30·3	9·2	*G R*
11	4 56 42	+ 0 35·9	6·2	*F*
12	5 0 14	+ 1 2·4	6·0	*G R*, *W* Orionis
13	5 1 28	+ 0 24·6	9·2	*R*
14	5 2 4	+12 25·2	7·5	*G*
15	5 4 59	− 0 42·1	6·7	*O*¹
16	5 5 56	− 2 21·9	7·0	*G R*
17	5 5 58	+15 55·2	5·7	*G*
18	5 6 44	+ 6 43·9	7·9	*G*
19	5 9 26	+ 5 2·6	6·0	*G*
20	5 9 31	− 0 40·7	7·0	*R G*
21	5 13 13	− 8 19·6	8·0	*R*¹
22	5 14 17	+ 0 16·0	9·3	*O*¹
23	5 16 50	+ 3 28·4	8·0	*R*
24	5 18 30	− 9 25·4	8·6	*O*
25	5 19 24	− 0 59·4	6·0	*O*
26	5 20 18	−10 25·4	6·3	*G R*
27	5 20 56	− 9 38·0	8·0	*G R*
28	5 24 5	− 4 46·4	var	*R*, *S* Orionis
29	5 24 25	− 3 31·5	6·3	*R*²
30	5 24 39	− 1 10·1	5·5	*G R*
31	5 27 31	− 0 3·5	7·5	*F*
32	5 27 50	+ 7 4·4	8·2	*R R*
33	5 28 38	− 3 32·2	7·5	*R*²
34	5 29 2	− 1 31·9	7·2	*F*
35	5 32 51	+ 5 57·0	7·5	*R G*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
36	5ʰ 33ᵐ 43ˢ	− 2° 39′·4	4·0	*F*
37	5 35 46	− 1 10·9	6·2	*F*
38	5 35 59	− 3 53·4	8·0	*R*
39	5 37 5	+ 2 19·2	7·8	*F*
40	5 37 20	+ 1 26·0	5·7	*R*
41	5 38 8	− 1 38·4	7·8	*R*¹
42	5 41 25	− 5 54·3	9·0	*R*
43	5 42 59	+ 3 52·0	7·5	*G W*
44	5 44 56	+ 4 23·8	6·0	*G*
45	5 47 16	+ 1 49·9	5·8	*G*
46	5 48 15	+ 7 9·1	9·4	*R*
47	5 48 41	+10 33·8	6·5	*G*
48	5 49 0	+ 3 12·5	6·3	*G*
49	5 49 18	− 1 5·3	8·2	*R*
50	5 49 45	+ 7 23·3	var	*G R*, α Orionis
51	5 49 53	+20 9·5	var	*O R*, *U* Orionis
52	5 50 4	−11 47·6	6·0	*G*
53	5 53 51	− 1 6·9	8·4	*R*
54	5 55 3	− 3 4·6	5·7	*F*
55	5 55 40	+ 0 12·9	9·5	*R*[illegible]
56	5 56 2	+ 0 15·5	9·5	[illegible]
57	5 57 22	+ 0 15·2	9·5	[illegible]
58	5 57 45	+ 7 37·4	7·7	[illegible]
59	6 0 14	+ 0 37·3	7·0	[illegible]
60	6 7 38	+ 6 2·3	7·0	[illegible]
61	6 14 22	+14 41·6	5·[illegible]	[illegible]
62	6 14 27	+14 32...	—	[illegible]
63	6 14 34	+14 44·5	8·5	[illegible]
64	6 19 46	+14 46·6	6·5	[illegible]
65	6 24 19	+13 40·9	8·0	[illegible]

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−20°	−10°	0°	+10°	+20°	+30°	α	Δδ
4ʰ 30ᵐ	+27ˢ	+29ˢ	+31ˢ	+33ˢ	+35ˢ	+38ˢ	4ʰ 30ᵐ	+1′·3
5 0	+26	+29	+31	+33	+36	+38	5 0	+0·8
5 30	+26	+29	+31	+33	+36	+39	5 30	+0·4
6 0	+26	+29	+31	+33	+36	+39	6 0	0·0
6 30	+26	+29	+31	+33	+36	+39	6 30	−0·4

Pavo. (Der Pfau.) Von BARTSCH eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel. Die Uranometrie giebt folgende Grenzen an:

Von 17ʰ 30ᵐ, — 57°, Stundenkreis bis — 67°, Parallel bis 18ʰ 0ᵐ, Stundenkreis bis — 75°, Parallel bis 21ʰ 20ᵐ, Stundenkreis bis — 60°, Parallel bis 21ʰ [illegible], Stundenkreis bis — 57°, Parallel bis 17ʰ 30ᵐ.

Das Sternbild enthält, ebenfalls nach der Uranometrie: 1 Stern 2ter Grösse, 2 Sterne 3ter Grösse, 6 Sterne 4ter Grösse, 10 Sterne 5ter Grösse, 43 Sterne 6ter Grösse, ausserdem 1 Variablen, also zusammen 63 dem blossen Auge sichtbare Sterne.

Pavo grenzt im Norden an Ara, Telescopium und Indus, im Osten an Indus, im Süden an Octans, im Westen an Apus und Ara.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7115	*h* 4979	8	17h 44m·2	−60° 21′	8068	*h* 5137	7	19h 39m·6	−73° 3′
7125	*h* 4980	9	17 44·9	−65 12	8091	*h* 5141	7	19 40·2	−62 4
7132	*h* 4983	9	17 45·8	−66 31	8088	*h* 5140	8	19 40·5	−65 10
7138	*h* 4985	9	17 45·9	−62 59	8147	Δ 228	6	19 45·7	−64 8
7166	*h* 4992	9	17 48·9	−57 39	8201	*h* 5155	10	19 51·0	−61 18
7183	*h* 4996	9	17 51·3	−62 11	8227	*h* 5158	9	19 55·7	−74 51
7211	*h* 5006	6	17 55·9	−59 13	8249	*h* 5163	8	19 56·2	−63 20
7234	*h* 5008	9	18 0·9	−66 25	8246	*h* 5162	8	19 57·3	−71 6
7275	*h* 5018	10	18 3·3	−59 52	8317	*h* 5167	9	20 2·9	−63 55
7277	*h* 5020	10	18 3·7	−59 56	8346	*h* 5171	7	20 5·5	−64 44
7276	*h* 5019	7	18 4·5	−66 50	8370	*h* 5177	9	20 6·9	−57 16
7293	*h* 5024	5	18 6·1	−63 5	8369	*h* 5176	13	20 8·6	−71 10
7300	*h* 5029	8	18 6·5	−57 53	8509	*h* 5196	9	20 20·0	−62 46
7342	*h* 5038	9	18 14·7	−71 50	8513	*h* 5197	7	20 20·3	−62 47
7359	*h* 5039	9	18 15·4	−66 8	8504	*h* 5194	7	20 20·4	−69 24
7454	*h* 5050	10	18 30·8	−57 29	8534	*h* 5200	8	20 23·4	−68 43
7441	*h* 5048	5	18 31·4	−71 31	8550	Δ 231	6	20 24·9	−71 33
7546	*h* 5062	4	18 43·0	−62 18	8585	Δ 233	5·6	20 27·4	−60 55
7555	*h* 5065	7	18 43·4	−58 3	8718	*h* 5217	10	20 41·0	−64 50
7540	*h* 5061	10	18 45·0	−74 19	8739	*h* 5221	10	20 42·6	−66 4
7597	*h* 5069	8	18 47·2	−61 57	8748	*R* 26	—	20 43·3	−62 48
7652	*h* 5072	9	18 54·6	−63 56	8754	*h* 5223	9	20 44·0	−56 46
7662	*h* 5076	10	18 55·3	−63 10	8783	*h* 5231	8	20 49·0	−70 49
7715	*h* 5085	8	19 1·8	−60 12	8826	*h* 5237	10	20 56·0	−73 40
7822	*h* 5102	10	19 13·4	−61 28	8852	*h* 5240	9	20 59·4	−67 27
7823	*h* 5103	8	19 15·5	−71 58	8915	*h* 5250	8	21 7·2	−64 6
7876	*h* 5108	10	19 18·4	−58 26	8962	*h* 5256	8	21 12·4	−60 43
7878	*h* 5109	8	19 19·7	−67 31	8961	*h* 5255	9	21 12·9	−67 20
7919	*h* 5118	12	19 24·2	−70 53	8983	*h* 5260	6	21 15·0	−72 14
8021	*h* 5132	8	19 34·2	−66 32	9041	*h* 5268	11	21 23·0	−73 57
8064	*h* 5136	15	19 38·1	−67 23					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6398	17h 33m·5	−61° 38′	*eF, S, R*	6483	17h 49m·9	−63° 39′	*F, S, E, bM, bet 2 st* 10
6403	17 34·0	−61 38	*eeF*	6492	17 52·6	−66 25	*pF, S, pmE* 90°, *12 *att f*
6407	17 35·9	−60 41	*eF, S, R,* 3 *st nr*	6502	17 54·3	−65 24	*vF, vS, D * inv*

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6545	18h 2m·6	−63° 47′	eeF, eeS, R
6588	18 11·8	−63 51	eF, S, * 6 sp
6614	18 15·6	−63 17	vF, S, R, gvlbM, * 9 p
6630	18 23·0	−63 21	pF, S, R, gbM
6653	18 32·1	−73 21	vF, S, lE, glbM
6673	18 35·8	−62 24	pF, S, R, psbM, r
6684	18 39·1	−65 17	vB, pL, R, vgpsvmbM, * 7 p
6699	18 43·5	−57 24	pF, pS, lE 90°, pslbM
6706	18 47·4	−63 17	Neb
6718	18 51·5	−66 15	vF, S, R, glbM, * 9 sp
6719	18 52·3	−68 44	vF, pL, R, vgvlbM
6721	18 52·3	−57 54	pF, cS, R, vmbM
6722	18 53·9	−65 2	pF, S, E, glbM, 2 st 8 p
6730	18 56·8	−69 4	vF, S, R, pmbM, * 7·8 nf
6733	18 57·0	−62 20	eeF, vglbM, v diffic
6734	18 57·4	−65 36	vF, S, R, glbM
6736	18 57·7	−65 35	eF, S, R, glbM
6739	18 58·7	−61 31	cF, vS, cE, psbM, 3 st p
6744	19 0·3	−64 1	cB, cL, R, vgsvmbM, r
6746	19 1·2	−62 7	eF, cS, R, glbM
6752	19 2·0	−60 8	⊕, B, vL, iR, rrr, st 11 . . . 16
6753	19h 3m·0	−57° 12′	pB, pL, R, gbM
6769	19 10·5	−60 40	vF, S, R, lbM
6770	19 10·7	−60 41	eF, vS
6771	19 10·7	−60 42	eF, S
6776	19 14·2	−64 4	pB, S, R, pgbM
6782	19 15·2	−60 7	cF, cS, R, lbM, * 9 [illegible]
6777	19 15·4	−71 41	Neb ohne Sterne
6784	19 16·7	−65 49	eeF, pS, am S st
6808	19 32·9	−70 52	pB, E, biN, * 8 f
6810	19 35·1	−58 53	pS, R, vgbM
6844	19 53·5	−65 31	cF, vS, R, psbM, * 11 [illegible]
6860	20 0·1	−61 23	F, pS, gbM
6872	20 6·3	−71 5	F, pS, lE, glbM, * 9 p 10′
6876	20 7·7	−71 10	pB, S, R, cS * sf
6877	20 8·0	−71 10	vF, vS, R
6880	20 9·0	−71 10	F, S, R, r, vS * att
6932	20 31·0	−73 59	F, S, R, gbM, 3 st p
6943	20 35·0	−69 6	pF, L, mE, [illegible]
7021	21 3·0	−63 56	pF, cS, R, psbM, * 7 [illegible]
7020	21 3·1	−64 26	pB, cS, lE, psbM
7032	21 6·4	−68 42	vF, cS, R, glbM
7059	21 19·8	−60 27	B, pL, lC, gpmbM

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Pavonis .	18h 3m 17s	−63° 38′·1	7·5	9·8	
κ „ .	18 46 38	−67 21·5	4·0	5·5	1871 Dec. 3 + 9d·102 E
T „ .	19 39 31	−72 0·7	7·6	12·1	1889 Mai 5 + 243d E
S „ .	19 46 47	−59 27·2	8·0	9·6	
U „ .	20 47 10	−63 5·2	9·6	< 12·3	1891 Juli 10 + 290d E

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	17h 55m 38s	−59° 10′·7	7·0	R
2	18 4 50	−63 41·8	6·9	F
3	18 6 23	−63 4·9	6·0	R
4	18 13 57	−61 32·4	4·4	R
5	18 21 20	−57 35·4	6·0	R
6	18 31 13	−71 30·8	4·2	R
7	18 33 54	−64 38·8	6·2	R
8	18 36 6	−61 11·8	6·5	R
9	18 49 44	−60 20·2	5·4	R
10	19h 20m 52s	−68° 38′·6	6·5	R
11	19 30 4	−58 13·2	6·3	R
12	19 31 55	−66 4·8	6·5	R
13	19 41 24	−65 50·7	6·4	R
14	19 52 11	−67 13·0	5·6	R
15	19 53 29	−59 39·0	5·7	F
16	19 58 14	−66 25·8	3·5	R
17	20 24 54	−71 31·8	6·7	R
18	20 25 56	−69 57·1	6·5	R

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
19	20ʰ28ᵐ12ˢ	−65°22′·6	6·7	*R*	22	21ʰ 3ᵐ57ˢ	−70°32′·2	5·5	*R*
20	20 31 44	−60 52·8	5·5	*R*	23	21 13 15	−70 9·8	6·8	*R*
21	21 0 14	−64 20·0	6·2	*F*	24	21 19 49	−69 56·4	5·9	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−55°	−60°	−65°	−70°	−75°	α	
17ʰ 30ᵐ	+50ˢ	+54ˢ	+59ˢ	+67ˢ	+80ˢ	17ʰ 30ᵐ	−0′·4
18 0	+50	+54	+60	+68	+81	18 0	0·0
18 30	+50	+54	+59	+67	+80	18 30	+0·4
19 0	+49	+53	+59	+66	+79	19 0	+0·8
19 30	+49	+52	+57	+65	+77	19 30	+1·3
20 0	+48	+51	+56	+63	+74	20 0	+1·6
20 30	+46	+49	+54	+60	+71	20 30	+2·0
21 0	+44	+47	+51	+57	+66	21 0	+2·3
21 30	+43	+45	+48	+53	+61	21 30	+2·6

Pegasus. (Der Pegasus.) PTOLEMÄI'sches Sternbild am nördlichen Himmel. Von PTOLEMÄUS noch kurzweg »das Pferd« (ohne Flügel) genannt.

Als Grenzen wurden angenommen:

Von 21ʰ 28ᵐ, + 2°, Stundenkreis bis + 12°, Parallel bis 20ʰ 56ᵐ, Stundenkreis bis + 20°, Parallel bis 21ʰ 20ᵐ, Stundenkreis bis + 27° 30′, Parallel bis 21ʰ 38ᵐ, Stundenkreis bis + 35°, Parallel bis 23ʰ 24ᵐ, schräge Linie bis 0ʰ 8ᵐ + 27°, Stundenkreis bis + 12°, schräge Linie bis 22ʰ 44ᵐ, + 2°, Parallel bis 21ʰ 28ᵐ.

HEIS führt an: 2 Sterne 2ter Grösse, 4 Sterne 3ter Grösse, 8 Sterne 4 ter Grösse, 22 Sterne 5ter Grösse, 140 Sterne 6ter Grösse, 1 Variablen und 1 Nebel, Summa 178 dem blossen Auge sichtbare Objecte.

Pegasus grenzt im Norden an Lacerta und Andromeda, im Osten an Andromeda und Pisces, im Süden an Pisces, Aquarius und Equuleus, im Westen an Delphinus, Vulpecula und Cygnus.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8858	*h* 272	9	20ʰ 57ᵐ·6	+12° 34′	8945	*h* 1620	10	21ʰ 7ᵐ·7	+13° 7′
8875	Σ 2544	7·5	20 59·4	+12 17	9018	*h* 281	9	21 16·4	+16 19
8881	*h* 1608	7	21 0·1	+12 1	9025	Σ 2587	5·0	21 17·4	+19 23
8883	Σ 2750	7	21 0·2	+12 19	9043	*h* 282	9	21 19·3	+12 11
8889	Σ 2754	8	21 1·4	+12 46	9059	Σ 2797	6·7	21 20·9	+13 15
8899	*h* 275	9	21 2·6	+15 0	9074	*h* 1647	6	21 24·4	+21 45
8905	*h* 276	12	21 3·5	+12 50	9076	*h* 284	9	21 25·2	+14 34
8927	Σ 2767	8	21 5·9	+19 33	—	β 685	5·5	21 25·4	+23 12
8944	*h* 1619	9	21 7·5	+14 7	9098	*h* 1655	9·10	21 27·6	+24 24

Numm. des Herschel Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Herschel Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9107	Σ 2804	7·8	21h 28m·4	+20° 16′	9270	*h* 948	11	21h 47m·7	+ 8 [illegible]
9109	Σ 3112	7	21 29·5	+ 9 3	9275	*h* 3064	11·12	21 48·4	+ 4 44
—	β 273	8	21 29·5	+11 0	9285	*h* 288	11	21 49·2	+15 [illegible]
—	β 74	6·5	21 30·6	+20 57	—	β 1213	8·0	21 49·4	−13 [illegible]
9122	*h* 938	9	21 31·5	+ 7 34	9295	Σ 2841	6·7	21 49·6	−19 15
9124	*h* 1661	10	21 31·5	+25 55	9300	OΣ 452	7	21 50·6	+ 6 46
9135	*Demb* 12	—	21 32·7	+ 6 11	—	β 57	8	21 50·6	−10 [illegible]
9136	Σ′ 2612	5·9	21 32·7	+ 6 11	9309	*h* 1704	13	21 51·3	+27 [illegible]
9134	*h* 3041	9·10	21 32·7	+ 6 16	9307	*h* 3069	9	21 51·5	+ 6 [illegible]
9142	*h* 1668	10	21 32·8	+23 14	9310	OΣ 454	7	21 51·5	−23 [illegible]
9137	*h* 1667	10	21 32·9	+12 47	9312	OΣ 455	7	21 51·8	+15 [illegible]
9147	*h* 941	6·7	21 33·5	+ 5 19	9318	*h* 1706	10·11	21 52·0	[illegible]
9155	$O\Sigma^2$ 444	7·8	21 34·4	+20 8	9320	*h* 1707	10	21 52·0	−31 [illegible]
9158	OΣ 445	8	21 34·7	+20 16	9314	*h* 5523	11	21 52·2	− 7 [illegible]
9160	OΣ 446	7	21 35·3	+ 3 17	—	β 1214	9·0	21 52·2	−33 [illegible]
9163	*h* 3047	11	21 35·7	+ 8 21	9322	*h* 1708	10	21 52·3	+23 [illegible]
9182	*h* 3050	9·10	21 36·9	+ 6 41	9319	$O\Sigma^2$ 225	6	21 52·5	− 3 41
9190	Σ 2818	8	21 37·5	+18 31	9321	*h* 3073	9·10	21 52·6	− 4 [illegible]
9195	*h* 1683	10	21 38·3	+21 15	9326	$O\Sigma^2$ 227	7	21 52·7	+11 [illegible]
9193	*h* 1682	11	21 38·3	+23 11	9329	Σ 2848	7	21 53·0	− 5 [illegible]
9197	*h* 3053	9	21 38·6	+ 6 23	9330	*Sh* 336	—	21 53·0	+ 5 [illegible]
9200	$O\Sigma^2$ 222	6	21 39·1	+ 6 41	9333	Σ 2849	8	21 53·0	+19 [illegible]
9203	*S* 798	2·3	21 39·3	+ 9 25	9337	*h* 3077	10	21 53·7	− 9 [illegible]
9211	*h* 285	11	21 39·9	+10 12	9340	*h* 950	8	21 53·9	+27 [illegible]
9213	β 989	—	21 40·1	+25 11	9343	Σ 2850	7·8	21 55·2	−23 [illegible]
9215	*h* 1686	10	21 40·1	+31 12	9347	*h* 289	5·6	21 56·2	+12 [illegible]
—	β 691	9·0	21 41·0	+17 17	9348	*h* 3079	10	21 56·5	+ 5 [illegible]
9221	$O\Sigma^2$ 224	7	21 41·0	+15 17	9354	$O\Sigma^2$ 228	7	21 56·9	− 4 [illegible]
9220	*h* 3057	10	21 41·2	+ 5 8	9360	*h* 951	9	21 57·0	[illegible]
9224	OΣ 450	6	21 41·5	+ 6 4	9366	*h* 3083	10	21 58·3	+ 6 [illegible]
9229	*h* 1688	10	21 41·5	+30 48	9367	*h* 3084	10	21 58·5	− 6 [illegible]
9235	*h* 943	10	21 42·7	+26 19	9368	*h* 952	11	21 58·6	− 2 [illegible]
9238	*h* 1693	11	21 43·7	+14 12	9376	Σ 2854	8	21 59·1	[illegible]
9242	*h* 1695	9	21 44·2	+30 47	—	β 696	9·0	21 59·7	[illegible]
9240	Σ 2828	8·9	21 44·5	+ 2 56	9382	*h* 291	10	22 0·1	[illegible]
9243	*h* 3060	9·10	21 44·7	+ 8 41	9381	*h* 290	11	22 0·1	[illegible]
9245	Σ 2829	8·9	21 45·0	+30 17	9386	*h* 953	6·7	22 0·1	[illegible]
9247	*h* 286	9	21 45·4	+11 50	9383	*h* 3087	7·8	22 0·3	[illegible]
9248	*h* 944	11	21 45·5	+ 8 10	9387	*h* 3088	9	22 0·4	[illegible]
—	β 692	7·5	21 45·7	+31 22	9389	*h* 3089	9·10	22 0·6	[illegible]
9249	*h* 287	13	21 45·8	+15 31	9388	Σ 2856	8·9	22 0·8	[illegible]
9254	*h* 1697	8	21 45·8	+34 26	9390	Σ 2857	6·7	22 1·2	[illegible]
9258	*h* 1699	10	21 45·8	+34 23	9394	*h* 1721	9	22 1·2	[illegible]
9251	Σ 2830	7·8	21 46·1	+ 2 38	9392	Σ 2859	8·9	22 1·3	[illegible]
9253	*h* 3061	10	21 46·2	+ 5 17	9393	Σ 286[illegible]	8	22 1·3	[illegible]
9255	Σ 2831	8	21 46·3	+ 7 52	9395	*h* 1722	9·10	22 1·3	[illegible]
9259	Σ 2634	7	21 46·8	+ 8 34	9402	*h* 1726	11	22 2·1	[illegible]
9261	*h* 947	7	21 46·9	+19 21	9404	*h* 1727	10	22 2·4	[illegible]
9260	Σ 2833	7·8	21 47·0	+ 8 36	9405	*h* 3090	12	22 2·7	[illegible]
9263	Σ 2834	7	21 47·0	+18 50	9408	*h* 1728	10	22 3·2	[illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0		δ 1900·0	
9422	Σ 2868	8	22h	4m·7	+22°	3'
9420	h 955	11	22	4·8	+ 7	30
9425	S.C.C. 803	5·7	22	4·8	+32	41
9423	Σ 2867	7·8	22	5·1	+ 7	27
9428	h 956	10·11	22	5·2	+18	7
9429	OΣ 463	7	22	5·5	+13	15
9431	Σ 2869	5	22	5·5	+14	8
9438	h 3094	10	22	6·2	+ 2	27
9439	h 957	11	22	6·2	+ 2	47
—	β 698	7·0	22	6·9	+ 6	24
9447	h 3097	9	22	7·3	+ 5	22
9450	h 3098	9·10	22	7·5	+ 5	32
9452	h 3099	11	22	7·8	+11	3
9460	h 958	10	22	8·4	+21	8
9459	h 1743	11	22	8·4	+23	21
9462	h 1744	10	22	8·6	+23	22
—	β 699	8	22	8·7	+ 7	13
9463	h 1745	10	22	8·8	+13	37
9466	Σ 2878	6·7	22	9·5	+ 7	29
9469	Σ 2877	6·7	22	9·5	+16	42
—	β 476	9·5	22	9·6	+30	54
9474	Σ 2881	9	22	10·0	+29	4
9473	OΣ 467	6·7	22	10·1	+22	2
9481	h 3101	10	22	11·1	+11	59
9486	h 960	10	22	11·4	+30	56
—	β 477	9·2	22	11·4	+30	55
9488	Σ 2889	8·9	22	11·6	+25	45
9493	OΣ 468	7	22	11·7	+33	14
9487	Σ' 2691	8·0	22	11·8	+12	26
9491	Σ 2888	8	22	12·0	+12	28
9496	h 3103	10	22	13·3	+ 4	12
9500	h 961	8·9	22	13·4	+17	56
9505	h 3105	9·10	22	14·2	+22	40
9507	h 1749	10	22	14·9	+21	42
9508	h 1750	9·10	22	15·0	+15	20
9509	h 962	5	22	15·4	+ 5	17
9510	h 3105	9·10	22	15·4	+10	32
—	β 1216	8·4	22	15·6	+29	1
9515	h 1752	10	22	15·9	+24	35
9513	Σ' 2699	9·0	22	16·0	+ 5	52
9518	OΣ 469	7	22	16·0	+34	37
9516	Σ 2895	8·9	22	16·1	+24	27
9523	Σ 2898	8	22	16·2	+10	35
—	β 1217	7·4	22	16·4	+30	48
9521	Σ 2897	8·9	22	16·9	+14	45
9526	Σ 2899	8·9	22	17·5	+ 5	58
9527	$O\Sigma^{2}$ 231	7·8	22	17·8	+ 9	26
9531	h 3108	9	22	18·4	+ 3	18
9537	h 3109	9·10	22	18·7	+10	14
9539	Σ 2900	5	22	18·8	+20	21
9541	h 1758	11	22h	19m·0	+27°	32'
9543	Σ 2901	8	22	19·4	+ 3	19
9547	h 1760	11	22	19·5	+26	41
9554	h 1763	10·11	22	20·1	+23	39
9559	h 963	10	22	20·6	+18	12
—	β 290	6·0	22	21·5	+ 3	53
9567	h 3115	8·9	22	22·0	+22	18
9568	h 3116	—	22	22·2	+ 7	2
9569	Σ 2905	8·9	22	22·3	+14	38
9571	Σ 2906	7	22	22·3	+34	56
9570	h 3117	10	22	22·6	+ 7	5
—	β 291	8·5	22	22·6	+ 4	1
—	β 701	7·5	22	23·1	+11	48
9577	Σ 2908	7·8	22	23·3	+16	45
—	β 1218	8·6	22	23·4	+29	11
9581	Σ 2910	8·9	22	23·6	+23	1
9583	h 964	10	22	23·9	+ 9	53
9585	Σ 2911	—	22	24·1	+10	42
9587	OΣ 471	7	22	24·2	+ 7	5
—	β 844	8·1	22	24·5	+ 5	8
9593	Σ 2912	6	22	24·9	+ 3	55
9600	h 296	9	22	25·7	+12	38
9605	h 1775	10·11	22	26·5	+15	6
9609	h 1776	10·11	22	27·2	+12	40
9614	Σ 2915	8·9	22	27·6	+ 6	54
9618	Σ' 2728	8·1	22	27·7	+20	32
9619	h 1779	8	22	28·0	+33	42
9620	Σ 2919	8·9	22	28·3	+20	39
—	β 381	8·0	22	28·3	+32	53
9621	h 297	10	22	28·6	+15	48
9623	h 3121	10	22	28·8	+11	35
9622	h 298	10	22	28·8	+11	59
9626	h 1781	10	22	28·9	+24	35
9628	Σ 2920	7	22	29·5	+ 3	42
9634	h 1785	9·10	22	30·0	+29	13
9638	h 966	9	22	30·4	+30	17
9639	h 967	10	22	30·8	+16	53
9650	h 1790	10	22	31·8	+15	20
9655	h 5528	11	22	32·3	+ 8	18
9662	Σ 2925	8	22	32·7	+ 6	20
9671	Σ 2929	8·9	22	34·3	+10	2
9674	Σ 2930	8	22	34·4	+ 6	39
9681	h 3131	11	22	35·1	+ 5	58
9687	h 299	—	22	35·5	+16	40
9692	Σ 3124	—	22	36·0	+29	29
9693	Σ 2931	8	22	36·3	+12	40
—	β 480	9·5	22	36·3	+ 4	12
9695	h 3134	10	22	36·5	+ 5	32
9696	S.C.C. 818	3·3	22	36·5	+10	19
9701	Σ 2932	10	22	36·8	+29	32

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9703	Σ 2934	8	22ʰ 37ᵐ·0	+20° 55′	9857	Σ 2969	8	22ʰ 56ᵐ·2	+26° 16
9704	Σ 2933	—	22 37·2	+10 29	9866	*h* 3161	11	22 58·2	+ 6 24
—	β 710	8·5	22 37·9	+29 11	9872	*h* 1842	*var*	22 58·9	+27 32
9709	*h* 1800	10	22 38·0	+23 17	9878	Σ′ 2782	2	22 59·8	+14 41
9711	*Hh* 775	—	22 38·3	+29 42	9881	*h* 3165	10·11	23 0·3	+ 6 13
—	β 1144	10·1	22 38·3	+29 42	9883	Σ 2974	8	23 0·3	+32 51
9712	*h* 1801	10	22 38·6	+12 22	9891	*h* 3168	9·10	23 1·6	+ 6 8
9713	Σ′ 2747	7·5	22 38·7	+10 25	9894	Σ 2975	9·10	23 1·6	—32 [illegible]
9723	*h* 1802	6	22 39·4	+38 57	9900	*O*Σ 488	7	23 2·4	+20 4
9718	*h* 3139	5	22 39·6	+14 49	9901	Σ 2976	8·9	23 2·6	+ 6 4
9722	*h* 300	11	22 39·8	+11 7	—	β 1025	8·0	23 2·6	+12 7
—	β 711	8·5	22 40·5	+10 40	9904	Σ 2978	7	23 2·7	—32 [illegible]
9731	Σ 2941	7·8	22 41·1	+18 43	9906	Σ′ 2789	—	23 2·9	+32 16
9733	*h* 969	10	22 41·3	+33 27	—	β 78	8	23 3·1	+30 56
9734	*h* 301	5	22 41·7	+11 40	9909	*h* 979	9	23 3·3	—21 35
9747	*h* 3143	10	22 41·9	+ 6 36	9916	Σ 2982	6	23 4·5	+ 8 52
—	β 1037	8·7	22 42·9	+12 28	9918	*h* 304	9	23 4·7	+10 49
—	β 1146	7·2	22 43·7	+30 34	9919	Σ 2983	8	23 4·7	+14 49
9758	*h* 1811	10	22 43·9	+12 36	9921	Σ 2986	6	23 5·0	—13 54
9759	Σ 2945	8·9	22 45·0	+30 47	9925	β 385	7·8	23 5·5	—31 56
9762	*h* 971	11	22 45·5	+ 4 11	—	β 852	7·0	23 5·8	+25 59
—	β 846	8·6	22 45·5	+24 0	9935	*h* 1854	11	23 6·3	+28 57
9768	*h* 1817	10	22 46·1	+33 56	9942	*h* 3176	9	23 7·9	+12 1
9769	*h* 1818	10	22 46·4	+12 59	9943	*h* 3177	8·9	23 7·9	+10 1
9771	*h* 1819	9	22 46·5	+28 42	9944	Σ 2989	8·9	23 8·2	+19 27
9780	Σ 2949	9	22 47·2	+29 30	9946	Σ 2990	8	23 8·3	+21 33
9786	*h* 3149	9·10	22 48·1	+ 4 9	9945	Σ 2991	7	23 8·4	+10 31
9791	*h* 972	9	22 48·1	+31 8	9958	*h* 1858	10	23 9·5	+29 49
9790	*h* 302	9	22 48·3	+10 17	9960	*h* 1859	7	23 9·5	+29 46
9793	*h* 1825	10	22 48·7	+13 4	9959	*h* 982	7	23 9·6	+19 54
9799	Σ 2952	7·8	22 49·4	+27 29	9962	*h* 983	8·9	23 9·9	—31 46
9802	*h* 973	12	22 49·4	+34 25	9966	*h* 1862	8	23 10·9	+26 56
9801	Σ 2955	7·8	22 49·7	+ 6 43	9971	*h* 3180	9·10	23 11·6	+ 9 45
—	β 847	8·5	22 49·7	+19 48	9978	Σ 2997	8·9	23 12·0	+20 52
9804	Σ 2954	8·9	22 49·8	+14 39	9983	*h* 1866	—	23 13·8	+12 [illegible]
9806	*h* 303	11	22 50·2	+12 23	9984	Σ 3000	8·9	23 13·8	—24 4[illegible]
9807	*h* 974	10	22 50·4	+ 4 17	9987	*h* 307	9	23 14·3	+12 54
—	β 383	8·0	22 50·9	+ 8 55	9988	*h* 308	10	23 14·4	—12 32
9816	Σ 2957	8	22 51·4	+16 55	9989	*h* 309	11	23 14·5	—12 34
9820	Σ 2958	7	22 52·0	+11 19	10000	*h* 984	9	23 15·6	—30 47
9827	*h* 3156	10	22 53·2	+12 35	9998	*h* 3002	—	23 15·7	—11 32
9834	*h* 1834	9	22 53·3	+29 50	9999	*R* 18	—	23 15·7	—14 5
9832	*O*Σ 536	—	22 53·5	+ 8 49	10001	*h* 1869	9	23 15·8	—21 2
9833	*O*Σ² 241	7	22 53·6	+11 30	10004	Σ 3006	10	23 16·4	+34 34
9837	*h* 1835	10	22 53·7	+23 22	10005	*h* 3185	14	23 16·6	— 9 17
9840	*O*Σ 483	6·7	22 54·2	+11 49	10006	Σ 3005	8	23 16·6	—24 2
9841	Σ 2967	8·9	22 54·3	+27 12	—	β 718	5·5	23 17·0	+31 11
9845	*h* 1837	10	22 54·6	+29 33	10015	Σ 3007	6	23 17·8	—30 1
—	β 850	8·1	22 55·4	+13 19	10017	*h* 3188	9	23 18·2	—11 8
9854	Σ 2968	7	22 56·8	+30 33	—	β 719	8·0	23 20·4	—15 8

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
10035	$O\Sigma^2$ 245	7·8	23h 21m·0	+27° 10′	10143	*h* 992	10·11	23h 36m·7	+31° 14′
10044	Σ 3012	8	23 21·4	+16 6	10145	OΣ 503	7·8	23 37·0	+19 46
10046	Σ 3013	7	23 22·6	+15 15	10147	OΣ 504	7	23 37·4	+18 8
10050	Σ 3014	8	23 22·9	+10 35	—	β 994	7·9	23 38·5	+24 33
10052	$O\Sigma^2$ 246	7·8	23 22·9	+23 3	10163	OΣ 505	6·7	23 40·3	+19 52
10055	Σ 3015	8·9	23 23·1	+33 0	10175	Σ 3039	8	23 41·8	+27 52
10059	*h* 311	—	23 24·0	+16 47	10177	*h* 1908	10	23 42·0	+35 4
10065	*h* 987	8	23 24·7	+31 40	10180	Σ 3041	8	23 42·8	+16 31
10068	β 1266	7·4	23 25·5	+30 16	10184	*h* 1909	12	23 43·8	+13 16
10073	OΣ 497	7·8	23 25·8	+ 8 56	10194	*h* 318	—	23 45·2	+16 9
10074	Σ 3020	8	23 26·1	+18 14	10202	*h* 319	9	23 46·7	+10 44
10075	Σ 3021	8	23 26·4	+15 40	—	β 859	8·5	23 47·6	+22 25
10077	*h* 3198	11	23 26·6	+ 9 48	10209	*h* 320	8	23 47·9	+11 22
10081	*h* 312	10	23 27·3	+11 56	10213	*h* 1915	14	23 48·4	+13 38
10084	Σ 3023	7	23 27·4	+16 51	10229	$O\Sigma^2$ 252	6·7	23 49·9	+28 54
10088	*h* 313	10	23 28·7	+11 44	10228	S*h* 358	—	23 49·9	+31 17
—	β 720	5·6	23 29·0	+30 46	10243	*h* 321	7	23 52·4	+10 55
10097	*h* 3203	10	23 30·1	+10 49	10248	Σ 3048	8	23 53·0	+23 47
10098	*h* 314	—	23 30·3	+12 36	10250	*h* 995	—	23 53·0	+28 6
10107	Σ 3026	9	23 31·3	+28 21	10253	OΣ 513	7	23 53·2	+34 28
10109	*h* 988	10	23 31·9	+19 43	—	β 733	6	23 56·9	+26 34
10113	*h* 315	8	23 32·5	+12 3	10282	*h* 3235	10	23 58·6	+12 19
10115	*h* 3208	10	23 32·6	+ 8 57	10285	Σ 3055	7	23 58·9	+11 35
10118	*h* 317	9	23 33·1	+12 20	10283	*h* 1929	9·10	23 58·9	+27 25
10121	*h* 989	—	23 33·6	+32 52	10296	$O\Sigma^2$ 255	7·8	0 0·2	+15 47
10122	Σ 3028	6	23 33·6	+34 29	10299	Σ 3061	7·8	0 0·6	+17 17
10138	Σ 3032	8	23 36·2	+14 12	10297	Σ 3060	8·9	0 0·6	+17 31
—	β 858	7·7	23 36·3	+32 1	15	*h* 1002	10	0 5·2	+14 51
—	β 389	7·5	23 36·3	+32 1	27	*h* 1943	9·10	0 6·7	+19 18
10141	*h* 991	9	23 36·6	+21 53	30	Σ′ 6	2·7	0 8·1	+14 37

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7006	20h 56m·8	+15° 48′	*B, pL, R, gbM*	1382′	21h 22m·3	+18° 13′	*pF, pS, iF*
7025	21 3·1	+15 56	*vF, vS, R, stell*	7080	21 25·6	+26 16	*vF, S, vlE*
7028	21 3·6	+18 4	*vF, S, vlE*	7084	21 27·1	+16 59	*Cl, lC*
1359′	21 3·9	+12 4	*eeF, eS, stell, eF * att*	7094	21 31·5	+12 20	* in *eeF neby, v diffic*
7033	21 4·9	+14 43	*vF, S, R*	7100	21 34·6	+ 8 26	*vF, r*
7034	21 4·9	+14 45	*vF, vS, R*	7101	21 34·6	+ 8 32	*F, vS, R, stell* (=7100?)
7036	21 5·5	+15 2	*Cl, lC*	7102	21 34·7	+ 5 51	*F, pL, R*
7042	21 9·0	+13 10	*vF, S, R*	1394′	21 35·3	+14 11	*eF, S, R*
7043	21 9·3	+13 13	*vF, S, R*	1395′	21 36·6	+ 3 39	*vF, vS, iF, lbM*
7056	21 17·5	+18 14	*pF, S, R*	7112	21 37·5	+12 8	*eeF, S, R, pB * p* nahe
7066	21 21·4	+13 45	*eeF*	7113	21 37·6	+12 10	*vF, S, stell*

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7116	21h 38m·2	+28° 30′	*vF, pL, mE*	7280	22h 21m·6	+15° 38′	*F, cS, R, gbMS*, 3 st nr*
1398′	21 41·0	+ 9 1	*vF, vS, bM*	7286	22 22·7	+28 35	*vF, S, R, am st*
1399′	21 41·1	+ 3 56	*vF, vS, stell*	7283	22 22·8	+16 55	*vF, vS, R*
7132	21 42·3	+ 9 47	*vF, pL, lE, bet 2 st*	7290	22 23·6	+16 38	*pB, S, pmE*
7137	21 43·6	+21 42	*F, pS, R, vglbM, r*	7291	22 23·6	+16 16	*eF, cS, R, smbM*
7138	21 44·2	+12 2	*vF, vS, stell*	7292	22 23·8	+29 47	*eF, S, F * inv* oval
7143	21 44·4	+29 30	*vF, ? D* (inv* in *neb ?)*	7303	22 26·8	+30 26	*vF, S, R, gvlbM*
7146	21 46·7	+ 2 34	*F, R*	7304	22 26·9	+30 27	*vF, pS, vlbM*
7147	21 46·9	+ 2 36	*F, S, lE*	7305	22 27·2	+11 12	*eF, S, R, 4 F st*
7148	21 47·1	+ 2 52	*vF, vS, R*	7311	22 29·1	+ 5 3	*pF, S, R, psbM, r*
7149	21 47·1	+ 2 49	*vF, vS, R*	7312	22 29·5	+ 5 18	*F, S*
1407′	21 47·3	+ 2 57	*F, S, r*	7315	22 31·0	+34 17	*vF, eS, R, bM*
7156	21 49·5	+ 2 28	*F, pL, R, bM, r*	7316	22 31·1	+19 48	*F, S, R, * 8* [illegible]
7159	21 51·7	+13 5	*eeF, cS, R, vF * sf*	7317	22 31·3	+33 26	*vF, vS*
7161	21 51·9	+ 2 29	*Cl, vS, st* 19, *bet 2 st* 16	7318	22 31·4	+33 27	*eF, eS*
1414′	21 53·3	+ 7 55	*vF, vS, R, 2 F st s*	7319	22 31·5	+33 28	*eF, eS*
7177	21 55·9	+17 16	*pB, pS, R, bMN, r, * sp*	7320	22 31·5	+33 26	*F, vS*
1418′	21 57·0	+ 3 53	*vF, S*	7321	22 31·7	+21 6	*F, S, iR, vgvlbM*
7186	21 57·0	+34 38	*vF, am st*	7323	22 32·0	+18 37	*pF, pL, iR*
1420′	21 57·5	+19 16	*eeF, pS, R, bet 2 F st*	7324	22 32·2	+18 38	*vF, vS, neb **
1422′	21 57·9	+ 2 7	*vF, cS, lbM, bet 2 st* 13·5	7325	22 32·2	+33 51	*F, vS*
1423′	21 58·2	+ 3 49	*F, vS, R, gvlbM*	7326	22 32·3	+33 54	*eF, eS*
7190	21 58·2	+10 43	*eF, vS, iR, lbM*	7327	22 32·3	+33 57	*eF, eS*
1424′	21 58·3	+10 42	*eF, vS*	7328	22 32·5	+10 1	*eF, pS, lE 90°, vglbM*
1425′	21 58·4	+ 2 7	*F, lEpf, r, D ?*	7331	22 32·5	+33 54	*B, pL, pmE 163°, smbM*
1427′	21 58·5	+14 38	*vF, vS*	7332	22 32·6	+23 17	*pB, S, mE 156°, smbMN*
7193	21 58·7	+10 20	*Cl, lRi, lC, st* 9 . . . 10	7333	22 32·6	+33 55	*vF, vS*
7194	21 58·8	+12 11	*vF, vS, R, lbM*	7335	22 32·8	+33 56	*vF, vS*
7195	21 58·8	+12 12	*eeF, R, v diffic*	7336	22 32·8	+33 58	*eF, vS*
1428′	21 59·4	+ 2 9	*vF, S, R, ** 14 *nr*	7337	22 32·9	+33 51	*eF, S, stell*
7206	22 0·9	+16 18	*F, S, lE, bM*	7338	22 32·9	+33 54	*eF, eS*
7207	22 0·9	+16 17	*vF, S*	7339	22 33·0	+23 16	*F, pS, mE 89°, vgbM*
7210	22 1·8	+26 37	*eF, R, bM, vF D * np*	7340	22 33·2	+33 7	*vF, vS*
1429′	22 2·0	+ 9 36	*Neb* vermuthet bei *11	1450′	22 33·4	+34 1	*vF, eS, stell*
7212	22 2·1	+ 9 45	*eF, vS, lE*	7343	22 34·1	+33 33	*eF, vS, R, lbM, S * nr*
7217	22 3·4	+30 52	*B, pL, gbM, er*	7346	22 34·6	+10 33	*eF, vS, stell*
1432′	22 5·0	+ 3 12	*vF, vS, sbM ** 14,	7347	22 35·0	+10 30	*eF, pL, E*
			*** 13·5 *nr*	7348	22 35·6	+11 22	*vF, pL, iR*
7224	22 7·0	+25 12	*F, S, R*	7350	22 36·1	+11 26	*vF*
7236	22 9·9	+13 20	*vF, S, stell*	7353	22 36·4	+11 24	*eF*
7237	22 9·9	+13 20	*vF, S, stell*	7356	22 37·4	+30 11	*eF, pS, R, glbM, * nr*
7238	22 10·6	+22 1	*pF, S, R, mbM, 4 st p*	7357	22 37·7	+29 39	*vF, vS, vF * att*
7241	22 11·3	+18 44	*pF, lE, ** 10 *att s*	7360	22 38·5	+ 3 38	*eF, vS*
7244	22 11·6	+15 58	*eF, eS, R, bM*	7362	22 38·7	+ 8 11	*vF, S, R, bM*
7253	22 14·8	+28 53	*vF, pE*	7363	22 38·7	+33 29	*pF, pL, E, D ** [illegible]
1444′	22 17·4	+ 4 38	*F, S, iF, mbM, vF st nr*	7366	22 39·4	+10 16	*eF, S, stell*
7270	22 19·3	+31 56	*vF, S, E*	7367	22 39·5	+ 3 8	*vF, pS, lE*
7271	22 19·4	+31 53	*vF, S, vlE*	7369	22 39·6	+33 49	*pF, bet 2 F st*
7272	22 19·7	+16 5	*vF, S, iR*	7370	22 40·6	+10 31	*eF, vS*
7275	22 19·8	+31 58	*eF, S, mE*	7372	22 40·8	+10 35	*F, S, R*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7373	22h 41m·0	+ 2° 41'	F, vS, bM, stell
7374	22 41·0	+10 20	vF, pL, R
1452'	22 41·0	+16 19	vF, vS, stell
7375	22 41·5	+20 34	eF, vS, R
7376	22 42·2	+ 3 6	eF, vS, R
7383	22 44·6	+11 2	vF, vS, R
7384	22 44·8	+10 58	eF
7385	22 44·9	+11 5	eF, S, R, glbM, * 11 nf
7386	22 45·1	+11 10	eF, S, R, pgbM
7387	22 45·3	+11 7	eF, vS, R, 2 st 11 s
7388	22 45·3	+11 11	vF, * 11 f
7389	22 45·4	+11 5	vF, R
7390	22 45·4	+11 3	eF
7405	22 48·6	+11 57	eF, S, R
7407	22 48·6	+31 36	eF, vS
7409	22 48·9	+19 41	eF
7411	22 49·7	+19 43	vF, vS
7413	22 49·8	+12 41	eeF, pS, R, v diffic
7414	22 49·8	+12 44	eeF, S, R, v diffic
7415	22 49·9	+19 45	eF
7420	22 50·8	+29 17	vF, S
7422	22 51·1	+ 3 24	vF, pS, vlE
1460'	22 51·9	+ 4 9	pB, vS, mbM
7427	22 52·1	+ 7 56	F, S, * 9 sf 4'
7430	22 52·4	+ 8 16	eF, vS
7431	22 52·8	+25 38	eF, vS
7432	22 53·0	+12 36	eF, S, R
7433	22 53·1	+25 37	eF, vS
7435	22 53·1	+25 36	eF
7436	22 53·1	+25 37	F, pS, F * att p, gbM
7437	22 53·4	+13 46	eeF, L, R, F * nr nf, v diffic
1461'	22 53·4	+14 29	eeF, vS, R
1462'	22 53·6	+ 7 52	vF, eS, ? nur ein Stern
7439	22 53·9	+28 43	F, Ausgedehnter Nebelstreif
7442	22 54·5	+15 0	pF, R, bet 2 st 16, * 13 nf
7448	22 55·1	+15 27	pB, L, E 173°, vgbM, * 11 f
7451	22 55·6	+ 7 53	pF, pL, * 10·11 sp 2'
7452	22 56·1	+ 6 13	eeF, pL, R, v diffic
7454	22 56·2	+15 51	F, cS, lE, lbM, * 11 p
7457	22 56·2	+29 36	cB, cL, lE, gmbM, r, 2 S st n
7455	22 56·3	+ 6 46	eF, pS, cE, F * p nahe
7459	22 56·4	+ 6 12	eeF, pL, R, * nr
7461	22 56·8	+15 2	vF, vS, alm stell
7463	22 56·9	+15 27	vF, S, lE
7464	22 56·9	+15 27	vF, vS, E
7465	22 57·1	+15 26	vF, vS

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7466	22h 57m·2	+26° 31'	eF, eS, bM
7467	22 57·5	+15 1	eF, vS
1465'	22 58·0	+16 3	vF, ? vS Cl
7468	22 58·0	+16 4	eF, vS
7469	22 58·2	+ 8 20	vF, vS, vsmbM * 12
7473	22 59·1	+29 37	vF, S, R
7474	22 59·1	+19 32	eF, vS
7475	22 59·2	+19 33	vF, S
7479	22 59·9	+11 47	pB, cL, mE 12°, bet 2 st
7485	23 1·3	+33 34	vF, S, R, bM, * 10 p
7486	23 1·4	+33 34	vF, vS
7487	23 2·1	+17 39	vF, S, R
7489	23 2·6	+22 26	F, S, R
7490	23 2·6	+31 50	vF, vS, iR, lbM
7495	23 3·8	+11 31	eF, S, lE, * 9 nf nr
7497	23 4·1	+17 38	F, L, pmE 45°, lbM
1472'	23 4·1	+16 42	F, vS, bM, 2 st f
7499	23 5·3	+ 7 3	vF, vS, stell
7500	23 5·3	+10 29	eF, vS, R
7501	23 5·4	+ 7 4	eF
7503	23 5·6	+ 7 2	vF, S, stell
7504	23 5·6	+13 52	vF, S, stell
7505	23 5·9	+13 5	eeF, cS, lE, bet B u. 2 F st
1473'	23 6·4	+29 5	F, pS, gbM
7508	23 6·7	+12 23	eF, bM *, * 11 nf 2'
7509	23 7·2	+14 5	vF, S, R, bet 2 st
7512	23 7·5	+30 35	F, S, R, vS * im Centr.
7511	23 7·6	+13 11	eeF, S, R, v diffic. sev st nf
1474'	23 7·8	+ 5 16	F, R, pS, gbM
7514	23 7·8	+34 21	eF, pL, iR
7515	23 7·8	+12 8	F, cS, R, vglbM, r
7516	23 7·8	+19 43	F, vS, stell
7518	23 8·1	+ 5 47	vF, S, R
7519	23 8·2	+10 14	vF, pL
7523	23 8·5	+13 26	eeF, E
7525	23 8·6	+13 28	eF, vS, vlE, gbM
7527	23 8·8	+24 22	vF, vS, stell
7528	23 8·9	+ 9 41	F, S
7529	23 9·0	+ 8 27	vF
7535	23 9·2	+13 3	eeF, pS, R, v diffic
7536	23 9·2	+12 54	eeF, pS, R, am 6 st
7537	23 9·5	+ 3 57	vF, cS, R, bM
7539	23 9·6	+23 8	F, S, R, psbM
7540	23 9·6	+15 24	F, vS, stell
7541	23 9·6	+ 3 59	B, L, mE 97°, mbM
7542	23 9·7	+10 6	eF, eS, stell
7543	23 9·7	+27 47	vF, S, R, lbM
7547	23 10·1	+18 26	vF, S, iR
7548	23 10·2	+24 44	vF, vS, * 16 p 11s
7549	23 10·3	+18 30	pF, pS, R, * 10·11 p

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7550	23h 10m·3	+18° 25′	*cF, S, R*
7551	23 10·4	+15 23	*Neb* * 13 *m*
7553	23 10·4	+18 26	*vF, vS, R*
1476′	23 10·4	+30 0	*S Cl ?*
7555	23 10·5±	+12 2±	*F, R, bM*, Ort ungenau
7557	23 10·6	+ 6 10	*vF, vS*
7558	23 10·7	+18 22	*eeF, neb* * 13 *m*
7559	23 10·8	+12 45	*F, cS, R, bM* * 16
7560	23 10·8	+ 3 57	*F, vS, iR*
7561	23 10·9	+ 3 59	*F, vS, iR*
7562	23 10·9	+ 6 9	*cB, pS, iR, psbM*
7563	23 10·9	+12 39	*pF, cS, R, sbM* * 16
7564	23 11·0	+ 6 48	*vF, cS, stell N*
7567	23 11·2	+15 17	*eeF, vS, E*
7568	23 11·5	+23 57	*eF, pL, iR, sev st inv*
7569	23 11·7	+10 22	*vF, S, R, 3 F st sf*
7570	23 11·7	+12 56	*eF, eS*
7571	23 11·8	+18 26	*vF, cE*, mehrere Nebelknoten
7572	23 11·9	+17 55	*eeF, alm stell*
7574	23 12·0	+23 27	*pF, S, E, rr*
7575	23 12·2	+ 6 6	*F, S, vlE*
7577	23 12·2	+ 6 50	* 13·5 in *vF neb*
7578	23 12·2	+18 9	*vF*, am *vS st*
7579	23 12·6	+ 8 53	*eF, vS, stell*
7580	23 12·6	+13 27	*vF, pS, R, F* * *sp*
7581	23 12·7	+ 4 7	*vF, mE*, * 12·13 *f* nahe
7583	23 12·8	+ 6 52	*vF, vS*
7584	23 12·8	+ 8 53	*eF, vS, stell*
7586	23 12·8	+ 8 3	*eF, vS, alm stell*
7587	23 12·9	+ 9 8	*vF, vS, lE, gbM*
7588	23 13·0	+18 12	*eF, eS*
7591	23 13·2	+ 6 2	*pF, S, R, vgbM*
1478′	23 13·2	+ 9 46	*vF, S, dif*
7593	23 13·3	+10 48	*F, S, R*
7594	23 13·4	+ 9 39	*pF, R, 3 st p*
7595	23 13·5	+ 9 22	*F, stell*
7597	23 13·5	+18 7	*eF, vS, gbM*
7598	23 13·6	+18 12	*eF, eS, stell*
7601	23 13·7	+ 8 43	*pB, dif*
7602	23 13·8	+18 9	*eF, cS, stell*
7604	23 13·8	+ 6 54	*eF, vS, bM*
7605	23 13·8	+ 6 52	*vF, S, R, glbM*
7607	23 13·9	+10 48	*vF, S, R*, * 16 *nf (nebs?)*
1480′	23 13·9	+10 47	*vS Cl, nebs?*
7608	23 14·2	+ 7 48	*vF, pS, lE, lbM*
1481′	23 14·3	+ 5 21	*: F, vS, R*
7609	23 14·4	+ 8 57	*vF, vS, gbM*
7610	23 14·5	+ 9 36	*F, S, dif*
7611	23 14·5	+ 7 31	*F, S, R*, △ mit 2 *st* 19 *m*
7612	23h 14m·7	+ 8° 2′	*pB, vS, R, bM*
7615	23 14·9	+ 7 52	*eF, cS*
7616	23 14·9	+ 9 35	*pF, dif*
7617	23 15·0	+ 7 37	*eF, vS*
7619	23 15·2	+ 7 39	*cB, pS, R, psbM*
7620	23 15·2	+23 41	*F, S, viE*
7621	23 15·3	+ 7 49	*eF, vS, stell*
7623	23 15·4	+ 7 51	*F, vS, R, psbM*
7624	23 15·4	+26 46	*vF, lE* oder *iR, dif, vlbM*
7625	23 15·5	+16 41	*pB, cS, R, smbM*
7626	23 15·6	+ 7 40	*cB, pS, R, psbM*
7627	23 15·8	+11 30	*vF, S, mE, 2 st n*
7628	23 16·0	+25 21	*vF, S, R, bM*
7630	23 16·0±	+10 53±	*F, S*
7631	23 16·4	+ 7 40	*vF, vS*
7634	23 16·6	+ 8 20	*F, S, F* [illegible] *att*
7638 7639	23 17·3±	+10 33±	*2 F, S neb*
7641	23 17·5	+11 21	*vF, S, iR, dif, bM*
1483′	23 17·5	+10 47	*F, S, bM*
1484′	23 17·6	+10 50	*vF, vS*
1485′	23 17·8	+10 49	*vF, vS, R*, [illegible]
7643	23 17·8	+11 26	*F, pS, iR*, [illegible]
7644	23 18·2	+13 26	*vF, pS, lE*
7647	23 18·8	+16 13	*eF, cL* [illegible]
7648	23 18·8	+ 9 7	*vF, pS, lE, bM*
1486′	23 18·8	+ 9 6	*vF, S*
7649	23 19·3	+14 6	*vF, pL, R*
7651	23 19·4	+13 26	*eF, S, R*
1487′	23 19·6	+14 5	*eeF, pS, iR*, [illegible]
7653	23 19·8	+14 44	*vF, pS, R, gbM*
1488′	23 19·8	+14 47	*cF, vS, E* [illegible]
7659	23 20·9	+13 40	*vF, vS, R, psbM*
7660	23 20·9	+26 29	*F, vS, psmbM*, * 10 [illegible]
7664	23 21·7	+24 32	*vF*, * [illegible] 2 [illegible] 11 12 [illegible]
7671	23 22·3	+11 55	*pB, S, R*, [illegible]
7672	23 22·5	+11 50	*vF, S*
7673	23 22·7	+23 2	*F, S*, [illegible]
7674	23 22·9	+ 8 14	*F, cS*, [illegible]
7675	23 23·0	+ 8 13	*vF, S, R*, [illegible]
7677	23 23·1	+22 59	*eF, vS*, [illegible]
7678	23 23·6	+21 52	*vF, pL*, [illegible]
7681	23 23·9	+16 45	*vF, S*, [illegible]
7683	23 24·0	+10 53	*F*, * 13 [illegible]
1493′	23 25·5	+13 54	*F, vS*, [illegible] vermuth. [illegible]
7688	23 26·1	+20 52	*F, vS, dif*, * [illegible]
1497′	23 26·4	+11 44	*eF*, [illegible]
7691	23 27·4	+15 18	*eF, pL*, △ [illegible]
7698	23 29·0	+24 24	*vF, vS, R*, [illegible]

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7703	23h 29m·7	+15° 31′	vF, vS, gbM, * 14 nf 1′
7711	23 30·6	+14 45	F, S, R, psbM, stell
7712	23 30·7	+23 5	vF
7718	23 33·1	+25 8	vF, S, R
7720	23 33·5	+26 28	F, S, lE, bM, am st
7722	23 33·7	+15 24	pB, pL, R, mbM
7726	23 34·5	+26 26	ecF, pS, R, v diffic
7728	23 35·0	+26 34	vF, vS, lE, * 10 sp
7729	23 35·5	+28 38	vF, S, iE, F * inv s
7735	23 37·3	+25 40	vF, S, vlE, * 13 nf, v nr
7737	23 37·7	+26 30	vF, S, mbMN
7740	23 38·5	+26 45	vF, S, lbM, stell
7741	23 38·9	+25 31	cF, cL, iR, D* 10·12 np 2′
7742	23 39·2	+10 13	cB, cS, gmbM, * 12 f
7743	23 39·3	+ 9 23	pF, S, R, * 14 sf
7745	23 39·7	+25 21	eF
7747	23 40·3	+26 46	vF, vS, iR
1508′	23 40·8	+11 29	F, pL, E ns
7752	23 42·0	+28 57	F, S, lE
7753	23 42·1	+28 55	cF, cL, vlE, vglbM, r
7765	23 45·8	+26 37	vvF
7766	23 45·9	+26 34	vF, S
7767	23 45·9	+26 32	vF, S, lE, * p
7768	23 45·9	+26 36	vF, S, E, * inv, * p v nr
1511′	23 45·9	+26 31	?, eF, nahe einem * 12·5
1512′	23 45·9	+26 29	* 13, nebs ?
7769	23 46·0	+19 36	pF, pS, R, mbM
7770	23 46·3	+19 32	vF, vS, iR
7771	23 46·3	+19 33	pB, pL, E 84°, bM
7772	23 46·7	+15 42	Cl, sc st 10 m
7774	23 47·2	+10 55	eF, S, R, im Centr. von 3 st
1513′	23 48·4	+10 45	F, vS, E pf, gbM
7784	23 50·1	+21 12	vF, eS, lbM, r ?
7786	23h 50m·3	+21° 2′	pF, pS, lE, vF st inv
1518′	23 52·0	+11 55	vF, vS, R
1519′	23 52·0	+11 54	F, vS, lbM, stell
7791	23 52·8	+10 13	vF, vS, ? F *, ? ?
7792	23 53·0	+15 56	cF, cS, bM
7794	23 53·4	+10 10	vF, pS, iR
7798	23 54·3	+20 12	pF, S, R, sbM, * 10 sp
7800	23 54·5	+14 15	F, pS, E 39°
7803	23 56·0	+12 34	pF, pS, R, F * np v nr
1526′	23 56·5	+10 47	F, S, bMSN
7810	23 57·2	+12 25	pF, stell, 2 st np
7814	23 58·1	+15 34	cB, cL, E, vgbM
7815	23 58·3	+20 9	F, S, lE
7817	23 58·9	+20 12	pF, cL, mE 45° ±, lbM
1	0 2·1	+27 9	F, S, R, bet * 11 und 14
2	0 2·1	+27 7	vF, S
1′	0 3·3	+27 9	D* 13 u 13 einer neblig
8	0 3·3	+23 14	vF, N im Nordende
9	0 3·5	+23 13	F, R, * 9·10 sf
14	0 3·7	+15 15	vF, pS, R, glbM
15	0 3·9	+21 3	vF, vS, R, bM
16	0 3·9	+27 10	pB, S, R, bM
18	0 4·2	+27 11	F, vS, iR, mbM
22	0 4·7	+27 16	vF, pS, R, lbM, r
23	0 4·7	+25 22	3 S st + neb
26	0 5·3	+25 17	vF, pL, R, 2 F st n
27	0 5·3	+28 26	eF, vS, E, B * nr
30	0 5·7	+21 24	Neb * 13
32	0 5·8	+18 14	F
41	0 7·6	+21 27	pF, S, lE, gbM
42	0 7·8	+21 32	F, vS, stell
4′	0 8·3	+16 53	vF, vS, R

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
[illegible] Pegasi . .	21h 56m 2s	+ 5° 38′·4	8·2	< 13	
[illegible] „ . .	22 4 1	+12 3·0	8·5—9·3	< 13	1864 Oct. 6 + 373d E periodische Ungleichmässigkeit.
[illegible] „ . .	22 58 55	+27 32·4	2·2	2·7	irregulär
[illegible] „ . .	23 1 28	+10 0·2	6·9—7·9	< 13	1850 Dec. 26. + 380d·0 E + + 30 sin (10° E + 200°)
[illegible] „ . .	23 14 26	+25 43·5	8·1	10	
[illegible] „ . .	23 15 29	+ 8 22·3	7·3—8·0	12 — < 13	1864 Dec. 4 + 317d·5 E
[illegible] „ . .	23 52 53	+15 23·9	9·0	9·7	1894 Sept. 22d 19h 45m 3s + + 5h 32m 15s E

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$20^h 58^m 7^s$	+15° 35'·0	6·9	R G	48	$22^h 31^m 46^s$	+12° 38'·6	7·2	G
2	20 58 20	+14 20·4	7·3	R G	49	22 33 27	+ 8 45·2	7·3	G
3	21 10 35	+18 12·0	7·5	G	50	22 35 56	+26 13·2	8·0	O R
4	21 18 27	+16 4·4	7·5	G	51	22 37 46	+ 6 8·3	8·4	R G
5	21 23 49	+24 11·0	9·1	O R'	52	22 37 49	+ 4 26·7	7·0	R G
6	21 24 14	+25 30·3	6·5	O R	53	22 39 13	+33 23·7	8·5	O R
7	21 24 25	+21 44·6	5·5	O G	54	22 39 26	+27 2·5	8·2	O R'
8	21 25 18	+20 30·6	7·2	O R'	55	22 41 43	+11 40·1	4·8	W G
9	21 25 25	+23 11·6	4·5	G O	56	22 41 45	+23 2·5	3·9	G
10	21 25 25	+25 21·6	8·3	O R	57	22 42 9	+14 21·5	8·3	R G
11	21 26 41	+25 36·7	9·0	O R	58	22 43 56	+10 0·6	8·2	G
12	21 27 12	+20 32·5	7·5	O R'	59	22 44 19	+26 49·7	8·8	O R
13	21 30 29	+17 52·6	9·3	G	60	22 46 18	+ 4 15·4	8·7	G
14	21 31 16	+ 5 41·8	8·3	G	61	22 47 11	+26 29·7	9·5	O R
15	21 35 46	+ 3 25·4	7·0	R G	62	22 49 41	+16 24·3	7·0	G
16	21 37 15	+ 5 13·4	5·5	R G	63	22 50 7	+ 8 56·1	8·0	G
17	21 39 17	+ 9 25·3	2·3	G	64	22 50 8	+19 0·9	7·3	G
18	21 39 58	+28 48·5	7·3	R^2	65	22 52 2	+13 53·5	7·5	R G
19	21 40 45	+28 46·7	8·0	R^2	66	22 53 13	+33 10·9	8·0	R
20	21 41 16	+25 27·7	8·0	O R''	67	22 56 49	+32 4·4	7·4	G
21	21 48 41	+25 13·6	8·5	R	68	22 57 1	+19 17·4	7·1	G
22	21 49 30	+19 6·0	9·0	G	69	22 58 55	+27 32·3	var	O G, β Peg
23	21 49 32	+17 32·4	7·5	G	70	23 0 16	+27 40·4	8·3	O R'
24	21 52 23	+17 17·6	8·6	G	71	23 1 17	+18 27·0	7·4	W G
25	21 56 12	+ 7 46·6	5·8	R G	72	23 1 37	+10 0·2	var	R', R Pegas
26	21 58 23	+ 4 57·3	7·3	R	73	23 1 59	+ 8 51·7	5·2	G R
27	21 59 27	+27 51·9	7·7	G R	74	23 4 29	+ 8 8·2	5·3	R G
28	22 0 38	+ 4 34·1	5·0	G	75	23 5 21	+33 13·9	6·8	O R
29	22 2 4	+28 43·5	8·6	O R	76	23 15 15	+22 31·9	6·3	O
30	22 2 44	+17 32·1	6·5	G	77	23 15 29	+ 8 22·3	var	G
31	22 3 26	+26 31·4	8·6	O R	78	23 16 53	+20 5·7	7·5	R G
32	22 4 1	+12 3·0	var	R^2, T Peg	79	23 26 59	+30 40·5	8·9	O R
33	22 4 48	+32 40·9	5·7	F	80	23 27 30	+23 17·7	6·8	G
34	22 5 44	+11 7·8	6·0	G	81	23 28 29	+21 58·3	6·0	O
35	22 5 50	+31 48·2	7·1	G	82	23 28 55	+20 17·5	6·0	O R'
36	22 11 46	+12 26·8	7·5	G	83	23 30 22	+ 7 58·3	6·5	G R
37	22 12 27	+ 4 38·6	7·8	O R	84	23 38 18	+ 9 46·4	5·0	G
38	22 13 30	+23 36·3	8·8	O R	85	23 39 0	+28 49·8	5·2	G
39	22 14 33	+15 2·9	7·0	R G	86	23 50 47	+14 50·5	7·2	G
40	22 16 20	+26 26·5	6·5	O R''	87	23 51 37	+22 5·5	6·0	R''
41	22 18 39	+17 8·7	7·5	W G	88	23 51 54	+31 46·0	8·5	R
42	22 19 23	+30 45·1	6·6	O R'	89	23 52 40	+24 34·7	4·3	O R
43	22 19 42	+15 37·7	9·0	R G	90	23 53 12	+19 8·5	7·4	R G
44	22 22 50	+ 4 12·1	4·8	G	91	23 55 0	+19 29·6	9·1	R
45	22 24 8	+ 8 36·9	5·8	G	92	23 55 8	+12 54·5	8·3	G
46	22 26 5	+28 1·3	9·0	O R	93	0 7 6	+22 1·1	7·5	O R'
47	22 27 16	+15 18·2	8·0	G					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

δ / α	Δα in Secunden 0°	+10°	+20°	+30°	+40°	α	Δδ in Minuten
$20^h\ 30^m$	+31ˢ	+29ˢ	+27ˢ	+25ˢ	+22ˢ	$20^h\ 30^m$	+2′·0
21 0	+31	+29	+28	+25	+23	21 0	+2·3
21 30	+31	+30	+28	+26	+24	21 30	+2·6
22 0	+31	+30	+29	+27	+25	22 0	+2·9
22 30	+31	+30	+29	+28	+27	22 30	+3·1
23 0	+31	+30	+30	+29	+28	23 0	+3·2
23 30	+31	+31	+30	+30	+30	23 30	+3·3
0 0	+31	+31	+31	+31	+31	0 0	+3·4
0 30	+31	+31	+32	+32	+32	0 30	+3·3

Perseus. (Perseus.) Sternbild des PTOLEMÄUS am nördlichen Himmel, durch verschiedene auffallende Objecte bekannt, so besonders dem berühmten Veränderlichen β Persei oder Algol, welcher der Vertreter einer besonderen Classe von variablen Sterren ist, dann auch durch den hellen Doppelsternhaufen bei χ Persei.

Als Grenzen sollen gelten:

Von $1^h\ 0^m$, + 50°, Parallel bis $1^h\ 12^m$, Stundenkreis bis + 57°, Parallel bis $3^h\ 0^m$, Stundenkreis bis + 55°, schräge Linie bis $4^h\ 36^m$, + 50°, Stundenkreis bis + 29° 30′, Parallel bis $2^h\ 28^m$, Stundenkreis bis + 40°, schrage Linie bis $2^h\ 20^m$, + 50° und Curve über Punkt $1^h\ 40^m$, + 46° 30′ bis zum Ausgangspunkt.

HEIS erkennt in dem Sternbild mit blossem Auge: 1 Stern 2 ter Grösse, 4 Sterne 3 ter Grösse, 13 Sterne 4 ter Grösse, 23 Sterne 5 ter Grösse, 90 Sterne 6 ter Grösse, 2 Veränderliche und 3 Sternhaufen, zusammen somit 136 Objecte.

Perseus grenzt im Norden an Cassiopea und Camelopardalus, im Osten an Auriga, im Süden an Taurus und Aries und im Westen an Triangulum und Andromeda.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
492	*h* 2042	9·10	$1^h\ 18^m{\cdot}4$	+55° 18′	652	*h* 2085	10	$1^h\ 43^m{\cdot}5$	+52° 18′
511	Σ 123	8·9	1 22·0	+52 57	673	*h* 2088	10·11	1 45·4	+51 10
528	*h* 2047	11	1 24·9	+55 22	693	*h* 2093	10	1 48·0	+52 1
537	*h* 2050	8·1	1 26·4	+55 57	703	*h* 2096	10·11	1 49·9	+56 1
540	*h* 2051	8	1 26·7	+53 9	709	*h* 2097	10	1 51·0	+55 59
565	*h* 2059	9	1 29·7	+55 4	723	*h* 2100	9·10	1 52·5	+52 52
576	Σ 139	8·9	1 33·0	+52 27	724	*h* 2101	10	1 52·8	+55 54
589	*h* 2066	11	1 35·4	+55 18	730	Σ 192	8·9	1 53·7	+58 3
594	*S. C. C.* 72	—	1 35·8	+51 3	749	*h* 2104	9	1 57·5	+52 29
606	*O*Σ 35	6·7	1 37·2	+55 23	—	β 873	7·2	1 57·6	+63 55
603	*h* 2069	9·10	1 37·3	+52 48	763	*h* 2105	12	1 58·8	+53 19
613	*h* 2074	13	1 37·9	+55 15	785	Σ 213	8	2 2·6	+50 36
629	*h* 2079	9·10	1 39·8	+52 56	—	β 874	6·5	2 4·7	+57 11
630	*h* 2080	10·11	1 40·0	+52 58	802	*h* 2115	10·11	2 5·5	+54 40
646	*h* 2082	9·10	1 42·8	+56 14	813	σ 60	6·0	2 6·9	+50 36
650	Σ 162	7	1 43·0	+47 24	829	*O*Σ² 25	7	2 9·9	+56 36

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
830	Σ 235	8·9	2ʰ 10ᵐ·0	+55° 26′	1078	Σ 325	8·9	2ʰ 49ᵐ·4	+31° 4′
838	h 2121	—	2 10·9	+53 41	1077	Σ 324	7	2 49·8	+46 45
836	Σ 236	8	2 11·0	+52 1	1084	Σ 328	8	2 51·1	+44 7
845	h 1114	6	2 12·0	+56 42	1097	h 5455	8	2 53·5	+32 7
867	h 2126	—	2 14·5	+53 14	1095	Σ 331	5·6	2 53·7	+51 56
868	h 2127	10	2 14·6	+53 14	1101	h 2167	9	2 54·4	+44 29
869	h 2128	10·11	2 14·8	+53 17	1109	Σ 336	8	2 55·3	+32 1
—	β 875	5·5	2 15·3	+55 24	1110	Σ 337	7·8	2 55·8	+41 0
886	Σ 255	9	2 17·3	+52 32	1116	h 2169	10	2 56·8	+52 8
905	Σ 260	8	2 19·7	+53 50	1117	*S.C.C.*124	3·0	2 57·5	+53 7
912	Σ 267	8	2 21·2	+53 56	1123	h 2171	11	2 58·7	+42 31
915	Σ 268	7	2 22·3	+55 5	—	β 1175	7·3	2 59·1	+43 19
916	h 2136	9·10	2 22·3	+53 24	1133	h 5456	9	3 0·3	+31 27
924	h 2139	9	2 22·9	+52 45	1141	β 526	*var*	3 1·6	+40 34
927	Σ 270	7	2 23·7	+55 6	1142	Σ 351	8	3 2·4	+43 53
930	h 2142	9·10	2 25·2	+53 48	1146	h 331	11	3 2·4	+30 38
937	h 2144	9·10	2 26·3	+48 26	1144	Σ 352	8	3 2·5	+35 5
936	*O*Σ 42	7	2 26·4	+51 52	1155	Σ 360	8	3 5·8	+36 50
946	h 653	9	2 27·6	+30 58	1160	Σ 361	8	3 6·1	+36 37
972	Σ 285	7	2 32·6	+33 0	1159	*O*Σ 51	8	3 6·2	+43 55
982	Σ 286	8	2 33·8	+33 32	1165	Σ 364	8	3 7·1	+38 44
987	h 2154	10	2 34·8	+42 16	1171	h 662	10	3 8·3	+35 31
993	h 1123	9	2 35·6	+42 20	1178	h 332	7	3 9·6	+32 19
994	h 1124	8	2 35·7	+42 16	1185	Σ 370	8	3 10·4	+32 16
995	*O*Σ 44	8	2 35·8	+42 15	1184	Σ 369	6·7	3 10·6	+40 53
998	h 328	10	2 35·9	+36 3	1182	h 2180	10	3 10·9	+51 35
1000	h 1126	—	2 36·1	+42 22	1188	*O*Σ 53	7·8	6 11·2	+38 16
1001	Σ 292	7·8	2 36·2	+39 50	1192	Σ 371	8·9	3 11·7	+46 40
1002	h 2155	9·10	2 36·3	+42 37	1196	Σ 372	9	3 12·4	+45 36
—	β 521	6·5	2 36·3	+47 50	1199	h 2184	10	3 13·8	+53 24
1008	Σ 294	9·10	2 36·5	+36 44	1218	Σ′ 330	2·0	3 17·2	+49 30
1007	*Demb.* 1	8	2 36·7	+43 25	1225	Σ 382	7	3 18·2	+33 49
1003	Σ 293	8	2 37·0	+56 48	1232	h 2186	12	3 20·1	+52 11
1011	h 654	7	2 37·0	+34 19	1240	Σ 388	8	3 20·9	+50 5
1010	Σ 296	4	2 37·3	+48 42	—	β 1179	5·9	3 22·2	+49 19
1013	Σ 297	8	2 38·0	+56 8	1245	Σ 391	8	3 22·4	+44 42
1025	Σ 301	8	2 39·5	+53 31	1246	*O*Σ 55	6	3 22·4	+46 36
—	β 9	7	2 40·9	+35 9	1248	Σ 392	7·8	3 22·8	+52 27
1032	Σ 304	8	2 42·0	+48 47	1256	*O*Σ 56	7	3 24·5	+47 32
—	β 523	9·0	2 43·1	+33 33	—	β 787	8·0	3 27·0	+48 17
1043	Σ 310	8	2 43·3	+33 31	1284	Σ 410	8	3 27·7	+31 45
1039	Σ 307	4	2 43·3	+55 29		β 788	8·3	3 28·5	+42 14
1050	h 2160	12	2 44·8	+47 38	1290	Σ 413	8·9	3 29·1	+33 31
1053	Σ 314	7	2 45·7	+52 35	1301	Σ′ 355	7·7	3 31·4	+44 28
1057	h 1128	10	2 45·8	+36 53	1314	Σ 424	8	3 33·1	+27 38
1058	*O*Σ 48	6·7	2 46·4	+48 10	1313	*O*Σ 59	7·8	3 33·7	+45 42
1066	β 524	6	2 47·4	+37 56	1318	Σ 425	7	3 33·8	+33 47
1072	h 329	9	2 47·7	+31 17	1316	h 2197	9·10	3 34·1	+50 22
1069	Σ 322	8·9	2 48·1	+35 23	1321	h 335	11	3 34·2	+30 3
1070	h 2162	11	2 48·2	+43 7	1319	Σ 426	7	3 34·2	+38 48

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 1181	8·1	$3^h\ 34^m\cdot 3$	+45° 35′
1325	Σ′ 363	3·0	3 35·8	+47 28
1331	Σ 431	4	3 36·0	+33 39
1332	Σ 423	7	3 36·4	+32 37
—	β 1182	6·4	3 36·9	+48 13
1338	Σ 434	7	3 37·4	+34 4
1342	Σ 437	8·9	3 37·9	+31 48
1346	β 880	8·7	3 38·3	+31 51
1350	OΣ² 38	—	3 38·5	+27 34
—	β 1183	6·3	3 39·0	+45 22
1349	OΣ 441	8	3 39·1	+47 43
1347	Σ 440	8·9	3 39·2	+50 51
1358	Σ 443	8·9	3 40·1	+41 11
1364	h 665	10	3 40·6	+30 30
1360	OΣ 63	6·7	3 40·9	+50 26
1370	Σ 447	7	3 41·4	+33 18
1371	Σ 448	7	3 41·5	+38 3
1398	OΣ 66	7·8	3 45·2	+40 29
1414	Σ 464	3	3 47·8	+31 35
1416	h 669	10	3 48·1	+35 1
—	β 743	8·2	3 48·1	+51 58
1418	Σ′ 387	5·7	3 49·1	+50 25
1427	Σ 465	8	3 49·5	+47 12
1433	σ 110	6·7	3 50·0	+34 48
1431	Σ 467	8	3 50·0	+37 49
1435	Σ 469	7	3 50·4	+41 24
1441	OΣ 68	7·8	3 52·4	+47 52
1444	OΣ 69	6·7	3 52·9	+38 32
1449	h 339	8	3 53·6	+32 3
1453	Σ 476	7	3 54·9	+38 23
1454	Σ 477	8·9	3 55·2	+41 34
1464	h 670	10	3 56·4	+31 53
1470	Σ 483	7·8	3 57·5	+39 12
1483	h 671	6·7	4 0·5	+33 10
1484	h 340	9	4 0·5	+32 12
—	β 545	8·0	4 0·7	+37 45
1486	OΣ 531	7·8	4 0·9	+37 49

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1491	Σ 492	9	$4^h\ 1^m\cdot 5$	+41° 13′
—	β 546	8	4 4·2	+41 31
1513	Σ 500	8·9	4 4·9	+40 1
1515	h 341	10	4 5·8	+35 29
1520	OΣ 73	4·5	4 7·5	+48 9
1527	Σ 512	8	4 8·6	+45 9
1538	OΣ 77	7·8	4 9·5	+31 25
1537	OΣ 76	7·8	4 9·6	+34 37
1540	OΣ 78	7	4 9·7	+29 45
1536	OΣ² 44	7	4 10·1	+45 58
1544	h 673	7	4 10·6	+30 34
1552	Σ′ 418	4·8	4 12·9	+50 1
1559	h 674	11	4 13·0	+33 40
1557	Σ 519	8	4 13·4	+50 9
1562	h 5460	12	4 13·9	+31 36
1560	Σ 521	7	4 14·2	+49 48
1573	Σ 524	8	4 15·6	+49 20
1587	Σ 529	8	4 16·6	+28 10
1582	OΣ 80	6·7	4 16·6	+42 12
1594	Σ 533	6	4 17·9	+34 6
1595	OΣ 81	6	4 18·1	+33 43
1611	h 676	10	4 19·8	+32 59
1614	Σ 542	8	4 20·4	+46 2
1627	h 3257	10	4 21·9	+38 10
1630	h 3258	11	4 22·1	+39 13
1634	Σ 548	6	4 22·5	+30 9
1638	h 2232	10	4 23·9	+47 5
1641	S 450	—	4 24·0	+39 45
1636	Σ 550	5	4 24·1	+53 42
1644	OΣ 83	6·7	4 24·3	+32 14
1640	Σ 551	8	4 24·4	+51 49
1645	Σ 552	6	4 24·5	+39 48
—	β 789	8·1	4 24·8	+37 27
1666	OΣ² 51	7	4 28·8	+47 11
1677	OΣ 85	7·8	4 29·6	+48 13
1680	Σ 563	8	4 29·7	+40 53

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Cataloges	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
650	$1^h\ 36^m\cdot 0$	+51° 4′	*vB* } *D neb*
651	1 36·1	+51 4	*vB* } *D neb*
657	1 37·3	+55 22	*Cl, pRi, st* 12
744	1 51·8	+54 59	*Cl, pL, pRi, iF, st* 11..13
869	2 12·0	+56 41	*!, Cl, vvL, vRi, st* 7 . . 14
884	2 15·4	+56 39	*!Cl, vL, vRi,* roth * *M*
968	2 28·1	+34 2	*pF, pS, R, bM*

Nummer des Dreyer-Cataloges	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
969	$2^h\ 28^m\cdot 1$	+32° 30′	*S, R, psbM*
970	2 28·2	+32 32	*vF, vS, R*
971	2 28·2	+32 32	*vF, vS, R*
973	2 28·4	+32 3	*eeF, S, mE, pB * nr sp*
974	2 28·4	+32 31	*vF, R, bM*
978	2 28·8	+32 25	*pB, R*
983	2 29·1	+31 5	*eF, vS, R, bM*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
239′	2h 30m·3	+38° 33′	vF, spiral, F stell N
987	2 30·8	+32 54	F, S, vlE, bM, r, 2 st 14 np
240′	2 32·7	+41 18	vF, pS
1002	2 32·8	+34 12	vF, vS, iR, bMN
1023	2 34·1	+38 38	vB, vL, vmE, vmbM
1039	2 35·6	+42 21	Cl, B, vL, lC, sc st 9
1040	2 35·8	+41 5	F, S, bM
1050	2 36·5	+34 20	F, S, * 18 inv n
1053	2 36·8	+41 5	vF, vS, lE 3 oder 4 st nr
1057	2 37·0	+32 4	vF, doppelt
1058	2 37·1	+36 54	pF, cL, R, gbM
1060	2 37·2	+32 0	F, pL, R, lbM, * 7·5 f 46s, s 3′
1061	2 37·2	+32 3	vF, S, R, bM
1062	2 37·4	+32 2	eeF
1066	2 37·8	+32 3	vF, pL, R, lbM
1067	2 37·8	+32 5	eF, S
1077	2 39·8	+39 41	vF, pL, E
1086	2 41·8	+40 50	vF, pS, D * nr
1093	2 42·1	+34 0	eF, vS
256′	2 43·1	+46 34	eF, lE, S
257′	2 43·2	+46 34	eF, pS, R, v diffic
258′	2 43·4	+40 39	vF, vlbM, * 9·5 f
259′	2 43·7	+40 39	vF, doppelt, dist 17″
1106	2 44·2	+41 15	vF, vS, vF * att s
260′	2 44·3	+46 33	eeF, pS, 2 F st nr
262′	2 45·2	+42 25	eeF, pS, R, bet 2 st, v diffic
1122	2 46·4	+41 48	vF, pS, R, * nr n
1123	2 46·4	+41 48	eF, S, iR, vglbM, r
1129	2 47·9	+41 10	eF, pS, iR, vglbM, D od. F * sp
1130	2 47·9	+41 12	eF, eS
1131	2 48·1	+41 9	eF, eS
265′	2 48·3	+41 15	eeF, eS, R
266′	2 48·5	+41 51	eF, eS, R
1138	2 50·1	+42 40	vF, vS, R, gbM, 2 St ∆
1146	2 50·8	+46 3	Cl, vS, vF + neb
274′	2 53·5	+43 49	eeF, pS, R, v diffic
1159	2 54·2	+42 46	vF, S, R, vlbM
275′	2 54·3	+43 57	eeF, pS, R, bet 2 st
1160	2 54·6	+44 33	F, E
1161	2 54·6	+44 30	F, pS, lE, sbM
278′	2 55·5	+37 22	vF, * 10 p, F * sp
1164	2 55·5	+42 11	eF, vS
1167	2 55·5	+34 50	vF, pL, R, spmbM
280′	2 56·8	+41 58	eF, pS, R
1169	2 56·8	+46 0	pF, pS, iF, sbM
1171	2 57·4	+43 0	vF, pL, iF
1173	2 57·7	+40 58	eF, vS, stell N
1174	2h 57m·9	+42° 26′	pF, pS, lE, pB * f nahe (= 1186 ?)
1175	2 58·0	+41 56	F, cL, E
281′	2 58·0	+41 58	eeF, vS, * n nahe
1176	2 58·0	+41 0	* 13 in vF neb
1177	2 58·1	+41 58	vF, S, R
1178	2 58·1	+40 55	* 13 in vF neb (?)
1183	2 58·2	+40 58	* 13 inv in neb
282′	2 58·6	+41 28	eF, S, R, bet 2 st nr
1186	2 59·0	+42 26	F * mit Nebel, vielleicht veran...
1193	2 59·2	+43 59	F, cL, er
284′	2 59·4	+41 59	eeF, pL, lE, D * np, bet 2 st
1197	2 59·6	+43 40	pF, pS, cE, sev vF st nr
1198	2 59·7	+41 28	Neb * 11
288′	3 0·9	+41 59	vF, vS, R, 2 st nf, [illegible]
1207	3 1·9	+38 0	cF, vS, R, p...bM ...eine
1212	3 2·5	+40 31	eF, S, R, (Algol nahe)
1213	3 2·5	+38 15	eF, lE, diffic, * n nahe
290′	3 3·2	+40 36	eeF, S, R
292′	3 3·8	+40 23	eF, pS, R, * s, bet 2 st
293′	3 4·3	+40 46	eF, S, R
1220	3 4·4	+52 57	Cl, vS, st vF
294′	3 4·4	+40 15	vF, pS, iR
295′	3 4·5	+40 14	eF, pS, R
296′	3 4·6	+40 15	eF, pS, iR, FD * f
1224	3 4·7	+41 0	eF, vS, R
1226	3 4·8	+35 0	F, vS, R, bM
1227	3 4·9	+34 56	vF, vS
1233	3 6·1	+38 57	F, vS, R, dif
1235	3 6·4	+38 33	vF, S, lE
297′	3 6·7	+41 44	eeF, pS, R, v diffic, F * f
1240	3 7·0	+30 12	eF, vS, [illegible] vS st
300′	3 7·5	+42 4	eF, S, R, * 9 sf
1245	3 7·8	+46 52	Cl, pL, Ri, CsR, st 12..15
301′	3 8·1	+41 51	eF, pS, R
304′	3 8·6	+37 31	vF, * sf
305′	3 8·7	+37 29	vF, * nf
1250	3 8·8	+40 59	vF, vS, R
308′	3 9·4	+40 49	eF, pS, iR, * [illegible]
309′	3 9·5	+40 26	eeF, pS, R, bet 2 st
310′	3 10·2	+40 58	vF, pS, R
311′	3 10·2	+39 38	eF, pS, iR, bet 2 st, vF * f v nr
1257	3 10·5	+41 10	stell neb
1259	3 10·7	+41 1	vF, S, R, [illegible]bM
1260	3 10·9	+41 2	vF, S, R
1264	3 11·4	+41 10	vF, S, [illegible]bM
312′	3 11·5	+41 22	eeF, pS, R, nahe bet 2 st
1265	3 11·6	+41 31	vF, vS, mbM

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Sterns
1267	31^h 2^m·1	+41° 6′	*F, vS, R, stell*
1268	3 12·1	+41 7	*eF, S, lE*
1270	3 12·4	+41 7	*vF, S, R*
1271	3 12·6	+40 59	*vF, vS*
1272	3 12·8	+41 7	*F, S, R*
1273	3 12·8	+41 10	*vF, vS*
1274	3 13·1	+41 11	*vF, vS*
1275	3 13·2	+41 9	*F, S*
1276	3 13·2	+41 16	*vF, vS*
1277	3 13·3	+41 12	*vF, vS*
1278	3 13·3	+41 11	*pB, pS, R, bM*
1279	3 13·4	+41 7	*vF, vS*
1281	3 13·5	+41 16	*vF, S,* * 11 *p*
1282	3 13·6	+41 0	*vF, S, lbMN*
1283	3 13·7	+41 2	*vF, S, vlbM*
313′	3 14·3	+41 32	*eeF, vS, R, D* * *nr s*
316′	3 14·8	+41 34	*eeF, pS, R*
1293	3 15·0	+41 2	*vF, R, bM*
1294	3 15·1	+41 0	*vF, R, bM*
319′	3 16·8	+41 3	*stell* = 13 *m*
320′	3 19·3	+40 26	*eF, pS, R, vF* * *p* nahe
1330	3 22·4	+41 20	*vF st* in *vF, S neb*
323′	3^h 22^m·8	+41° 31′	*eF, pS, R*
1333	3 23·1	+31 2	*F, L,* * 20 *nf*
1334	3 23·4	+41 29	*eF, pL, lbM*
1335	3 23·7	+41 14	*vF* * in *vF, eS neb*
1342	3 25·2	+36 59	*Cl, vL, ab* 60 *st*
1348	3 26·6	+51 5	*Cl, lRi, st L*
348′	3 38·3	+31 51	*pB, vL, vgbM*
351′	3 41·1	+34 45	◯ = *10, *9 *p* 14^s *s* 2′
1465	3 47·4	+32 12	*pF, pS, R, pB* * *nr p*
1499	3 56·9	+36 8	*vF, vL, Ens, dif,* fast ⅓ Grad lang
1513	4 2·5	+49 15	*Cl, L, vRi, pC, st vL*
1514	4 3·0	+30 31	* 9 in *neb* 3′ *diam*
1545	4 13·4	+50 0	*Cl, pRi, lC, st L*
1548	4 14·4	+36 40	*Cl, vL, lRi, lC, st* 10..12
1579	4 23·7	+35 4	*pB, vL, iR, mbM,* * 8 350°, 2′
1582	4 25·0	+43 38	*Cl, vL, pRi, lC, st L*
1605	4 27·9	+45 2	*Cl, vF, pS, C, st eS*
1624	4 32·8	+50 15	*F, cL, iF,* mehrere Sterne mit Neb

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
U Persei . .	1^{h}52^{m}56^s	+54° 20′·1	7·2—8·2	11·6	1889 Dec. 16 + 318^d *E*, grosse Unregelmässigkeiten
W „ . .	1 55 6	+56 15	9·3	< 15	
T „ . .	2 12 12	+58 29·5	8·2	9·3	irregulär
S „ . .	2 15 40	+58 7·8	8·3—8·6	10·5—13	irregulär periodisch
V „ . .	2 43 15	+56 34·1	7·9	9·5—10·5	
ρ „ . .	2 58 46	+38 27·2	3·4	4·2	irregulär periodisch
β „ . .	3 1 40	+40 34·2	2·3	3·5	Min. 1888 Jan. 3^d 7^h 21^m·5 + 2^d 20^h 48^m 55^s·425 *E* + 173^m·3 *sin* ($\frac{1}{50}$ *E* + 202°·5) + + 18^m·0 *sin* ($\frac{3}{40}$ *E* + 203°·25) + + 3^m·5 *sin* ($\frac{1}{6}$ *E* + 90°·33), Algol.
R „ . .	3 23 41	+35 19·6	7·7—9·2	12·8—13·3	1861 Sept. 25 + 210^d·1 *E* + + 20 *sin* (7°·5 *E* + 135°)

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	1^h 13^m 13^s	+55° 48′·2	8·8	*OR′′*	5	1^h 32^m 42^s	+53° 21′·2	9·3	*R*
2	1 13 36	+57 47·0	8·8	*R*	6	1 34 30	+53 3·8	7·5	*R*
3	1 22 29	+51 9·6	8·6	*R′*	7	1 36 31	+56 0·4	9·0	*OR′*
4	1 27 31	+57 15·8	9·2	*RR*	8	1 37 43	+56 1·2	9·0	*OR′*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
9	1^h 45^m 11^s	+53° 22'·4	8·7	*O R*	33	2^h 43^m 15^s	+56° 34'·1	9·4	*R*¹, [illegible] Persei
10	1 49 4	+55 26·8	8·7	*O R*	34	2 43 24	+55 28·9	3·5	*O*
11	1 52 56	+54 20·1	*var*	*G R*, *U* Persei	35	2 45 7	+44 38·6	7·8	*O R*
					36	2 51 41	+38 12·9	6·8	*G R*
12	1 56 26	+54 45·0	7·9	*O R*	37	2 58 46	+38 27·2	*var*	*G*, ρ Persei
13	2 0 15	+55 54·5	8·8	*O R*¹	38	3 4 50	+39 14·4	5·2	*O*
14	2 3 23	+56 5·1	7·5	*R*	39	3 5 0	+37 41·4	8·0	*R*¹
15	2 8 15	+54 37·5	6·9	*R*	40	3 5 30	+47 21·1	6·9	*O*
16	2 11 51	+56 57·5	9·0	*O R*	41	3 6 42	+47 27·0	9·0	*R R*
17	2 12 12	+58 29·5	*var*	*G R*, *T* Persei	42	3 8 22	+46 12·6	9·5	*R*
					43	3 23 21	+47 37·8	4·8	*O*
18	2 12 36	+49 40·9	7·2	*R*	44	3 23 41	+35 19·6	*var*	*R*², [illegible] Persei
19	2 13 27	+56 32·1	8·2	*O R*¹	45	3 39 2	+38 21·7	6·5	*G R*
20	2 14 57	+56 38·9	8·6	*O R*	46	3 43 38	+42 17·4	8·0	*R*
21	2 15 5	+56 8·7	8·2	*O R*	47	4 0 45	+37 45·3	8·0	*R*
22	2 15 40	+58 7·8	*var*	*R R*, *S* Persei	48	4 0 54	+37 48·8	6·9	*G R*
					49	4 1 40	+37 27·9	6·0	*G*
23	2 16 6	+56 41·5	8·5	*O R*¹	50	4 5 59	+39 25·6	7·0	*R G*
24	2 16 19	+56 45·5	8·6	*O R*	51	4 6 36	+32 16·5	6·5	*O R*
25	2 19 51	+51 36·8	9·0	*R*	52	4 7 21	+49 14·3	8·8	*R*
26	2 29 41	+53 28·4	7·7	*R*¹	53	4 11 2	+49 56·9	8·7	*O R*¹
27	2 30 57	+33 49·8	*var*	*O R*	54	4 15 20	+47 25·6	8·3	*O R*¹
28	2 31 10	+56 36·8	8·3	*O R*	55	4 17 48	+35 0·8	7·2	*O R*
29	2 37 34	+43 52·4	5·6	*G*	56	4 22 54	+45 43·8	7·8	*O R*¹
30	2 37 59	+31 56·8	*n. b.*	*R*	57	4 24 49	+46 46·4	9·1	*O R*
31	2 40 29	+45 38·2	9·1	*O R*¹	58	4 26 5	+48 29·1	8·5	*O R*
32	2 40 59	+43 51·2	6·5	*G*	59	4 29 46	+41 4·0	5·0	*O*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	+30°	+40°	+50°	+55°	+60°	α	Δδ
1^h 0^m	$+33^s$	$+34^s$	$+35^s$	$+36^s$	$+37^s$	1^h 0^m	+3'·2
1 30	+34	+35	+37	+38	+40	1 30	+3·1
2 0	+35	+37	+39	+41	+43	2 0	+2·9
2 30	+36	+38	+41	+43	+45	2 30	+2·6
3 0	+37	+39	+42	+44	+47	3 0	+2·3
3 30	+37	+40	+44	+46	+49	3 30	+2·0
4 0	+38	+41	+45	+48	+51	4 0	+1·6
4 30	+38	+41	+46	+49	+52	4 30	+1·3
5 0	+38	+42	+46	+49	+53	5 0	+0·8

Phoenix. (Der Phoenix.) Schon bei BAYER vorkommendes, von BARTSCH endgültig eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel.

Die Grenzen sind nach der Uranometrie:

Von 23^h 25^m, — 58°, Stundenkreis bis — 40°, Parallel bis 2^h 20^m, Stundenkreis bis — 45°, Curve (über die Punkte 1^h 52^m, — 50° und 1^h 30^m, — 55°) bis 1^h 20^m, — 58° 30', Parallel bis 23^h 25^m.

Das Sternbild enthält: 1 Stern 2ter Grösse, 2 Sterne 3ter Grösse, 8 Sterne 4ter Grösse, 9 Sterne 5ter Grösse, 45 Sterne 6ter Grösse, zusammen 65 dem unbewaffneten Auge erkennbare Sterne.

Phoenix grenzt im Norden an Sculptor und Fornax, im Osten an Eridanus, im Süden an Tucana, im Westen an Grus.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
10037	Δ 250	7	23ʰ 21ᵐ·6	−50° 50′	277	h 3395	—	0ʰ 41ᵐ·0	−42° 27′
10060	h 5401	10	23 24·4	−54 52	284	h 3397	7	0 42·2	−54 39
10104	h 5408	12	23 31·2	−50 13	285	h 3398	8	0 42·3	−52 33
10125	Δ 251	6	23 34·1	−47 12	302	h 3402	9	0 45·7	−53 39
10149	h 5416	6	23 37·8	−46 52	309	h 3403	9	0 47·7	−47 51
10162	h 5418	8	23 40·4	−45 12	358	h 3412	8	0 56·9	−56 42
10165	h 5420	9	23 41·0	−53 50	361	h 3413	10	0 57·4	−57 30
10173	h 5421	11	23 42·1	−55 9	362	h 3414	9	0 57·4	−50 47
10186	h 5422	9	23 44·3	−44 2	371	h 3415	7	0 59·4	−41 11
10192	h 5424	9	23 45·0	−56 6	412	h 3419	11	1 4·2	−55 47
10205	h 5426	9	23 47·4	−45 3	444	h 3421	8	1 9·5	−51 12
10221	h 5431	9	23 49·4	−52 8	456	h 3422	8	1 11·0	−56 9
10260	h 5437	5	23 55·4	−53 39	480	h 3427	9	1 15·8	−50 39
10264	h 5438	9	23 55·6	−57 47	483	h 3428	8	1 16·0	−49 12
5	h 3347	7	0 4·1	−50 46	487	h 3430	6	1 16·8	−57 53
25	h 3352	8	0 6·5	−50 12	526	h 3438	10	1 23·3	−49 59
100	h 3360	9	0 16·7	−53 5	530	h 3439	10	1 23·7	−45 8
119	h 3364	8	0 19·9	−54 33	551	h 3444	8	1 27·7	−53 53
126	h 3365	8	0 20·8	−51 24	558	h 3445	—	1 28·4	−41 46
153	h 3371	10	0 25·0	−57 15	580	h 3449	7	1 31·8	−53 42
192	h 3376	6	0 28·8	−55 53	586	h 3450	9	1 33·3	−42 40
229	h 3381	10	0 34·6	−44 33	593	h 3451	10	1 34·5	−45 44
235	h 3383	10	0 35·6	−53 55	641	h 3460	8	1 40·3	−50 37
238	h 3385	9	0 36·0	−41 45	647	h 3462	11	1 41·3	−47 19
239	h 3386	10	0 36·1	−52 39	651	h 3463	9	1 41·7	−44 28
246	h 3387	5	0 37·2	−57 3	660	h 3465	8	1 42·4	−40 27
235	h 3388	9	0 38·2	−54 40	700	h 3471	8	1 48·1	−44 13
258	h 3390	7	0 38·5	−45 44	751	h 3477	10	1 56·0	−45 1

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7689	23ʰ 27ᵐ·0	−54° 39′	*pF, L, R, vgbM*	25	0ʰ 5ᵐ·0	−57° 35′	*vF, S, R*
7690	23 27·6	52 15	*cB, S, lE, psbM, * 8 f*	28	0 5·4	−57 33	*eF*
7702	23 30·0	−56 34	*F, cS, E, gsbM, * 8·9 f*	31	0 5·7	−57 33	*eeF, S, R*
7744	23 39·7	−43 28	*cB, S, vlE, smbM * 14*	37	0 6·4	57 30	*eF, S, R*
7764	23 45·7	−41 18	*B, pL, R, gbM*	87	0 16·3	−49 11	*eF, S, R, gbM*
7796	23 53·8	−56 1	*pB, cS, R, gmbM*	88	0 16·4	−49 12	*eF, vS, R*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
89	0h 16m·5	−49° 13′	*vF, S, R, gbM*	348	0h 56m·5	−53° 47′	*cF, S, R*
92	0 16·6	−49 11	*F, S, R, gbM*	368	0 59·8	−43 49	*cF, vS,* * 7 [illegible]
98	0 17·9	−45 50	*vF, pS, R, bM, r*	405	1 3·9	−47 13	*cS, stell* = * 7 [illegible]
119	0 22·2	−57 32	*pB, S, R, mbM*	454	1 10·2	−55 56	*vF, S, R, bM*
159	0 29·9	−56 20	*vF, pS, R, glbM, 3 st f*	482	1 15·9	−41 30	*cF, lE*
212	0 35·7	−56 43	*vF, S, R*	576	1 24·9	−52 6	*F, S, R, bM, am st* 11
215	0 36·3	−56 45	*F, S, R, am st*	625	1 30·7	−41 57	*B, L, mE,* [illegible]
238	0 38·7	−50 43	*eF, pL, R, gslbM*	641	1 34·4	−43 2	*F, S, R,* [illegible]
312	0 51·8	−53 19	*F, S, R,* * 12 *f*	644	1 34·6	−43 6	*F, S, vlE, gbM*
319	0 52·3	−44 23	*eF, vS, R, lbM*	692	1 44·6	−49 8	*B, S, R,* [illegible]
323	0 52·4	−53 31	*pF, S, R, bM*	822	2 2·6	−41 38	*cF, vS, R,* [illegible] *r*
322	0 52·5	−44 17	*vF, vS, R, lbM, 3 st p*	862	2 9·0	−42 30	*F, vS,* [illegible]
324	0 52·5	−41 0	(?), *F, S, stell*	889	2 15·1	−42 12	*vF, vS, R, bM,* * 7 [illegible]
328	0 52·6	−53 27	*vF, lE, vgbM*	893	2 16·0	−41 52	*pF, pS, R, lbM,* * [illegible]

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Phoenicis . .	23h 51m 16s	−50° 20′·6	8·5 ?	11 ?	
S „ . .	23 53 54	−57 7·7	7·2	8·7	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	23h 26m 7s	−45° 23′·8	6·2	*R*	6	1h 10m 38s	−46° 4′·1	5·3	*R*
2	23 34 7	−47 11·1	6·5	*R*	7	1 24 4	−43 49·7	3·4	*R*
3	23 56 12	−50 53·5	5·6	*R*	8	1 43 4	−42 15·7	6·4	*R*
4	0 21 21	−42 50·7	2·4	*R*	9	1 49 41	−46 47·4	4·8	*R*
5	0 58 21	−46 56·2	5·9	*R*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten.

α \ δ	−40°	−50°	−55°	−60°	α	Δδ
23h 30m	+32s	+33s	+33s	+34s	23h 30m	+3′·3
0 0	+31	+31	+31	+31	0 0	+3·4
0 30	+30	+29	+29	+28	0 30	+3·3
1 0	+28	+27	+26	+25	1 0	+3·2
1 30	+27	+25	+24	+22	1 30	+3·1
2 0	+25	+23	+21	+19	2 0	+2·9
2 30	+24	+21	+19	+17	2 30	+2·6

(Plutum) Pictoris. (Die Malerstaffelei.) Abgekürzt auch bloss »Pictor«, von LACAILLE eingeführtes Sternbild des südlichen Himmels.

GOULD hat in der Uranometrie für das Sternbild folgende Grenzen:

Von $4^h\,20^m$, $-48°$ eine leichte Curve nach $5^h\,0^m$, $-43°$, Parallel bis $6^h\,0^m$, Stundenkreis bis $-51°$, schräge Linie nach $6^h\,45^m$, $-60°$, Stundenkreis bis $-64°$, Parallel bis $6^h\,0^m$, Curve (über $5^h\,40^m$, $-60°$, $5^h\,0^m$, $-55°$) zum Anfangspunkt zurück.

Das Sternbild enthält nach der Uranometrie: 1 Stern 3ter Grösse, 1 Stern 4ter Grösse, 5 Sterne 5ter Grösse, 22 Sterne 6ter Grösse, zusammen also 29 Sterne, welche das unbewaffnete Auge sieht.

Pictor grenzt im Norden an Caelum und Columba, im Osten an Argo, im Süden an Volans und Dorado, im Westen an Dorado.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1733	h 3675	6	$4^h\,36^m{\cdot}3$	$-44°\,50'$	2324	h 3802	8	$5^h\,43^m{\cdot}4$	$-55°\,45'$
1756	h 3681	6	4 38·9	—47 22	2319	h 3801	5	5 43·8	—46 38
1894	h 3715	7	4 56·9	—49 36	2322	h 3803	7	5 44·0	—44 53
1946	h 3726	9	5 3·7	—45 47	2334	h 3805	9	5 46·8	—43 32
1955	h 3729	9	5 5·3	—44 57	2357	h 3808	11	5 47·9	—57 40
2006	h 3739	9	5 10·8	—48 0	2363	h 3812	9	5 48·4	—59 53
2063	h 3758	10	5 19·8	—47 22	2372	h 3816	7	5 50·5	—47 59
2123	Δ 20	—	5 22·5	—52 24	2408	h 3822	6	5 55·1	—53 26
2139	h 3763	8	5 23·5	—43 27	2414	h 3824	9	5 56·3	—50 23
2155	h 3767	6	5 27·4	—47 8	2431	h 3829	9	5 57·4	—62 46
2204	h 3774	11	5 30·7	—56 4	2429	h 3828	9	5 58·0	—53 55
2216	h 3777	6	5 31·7	—54 58	2495	h 3837	8	6 4·2	—55 57
2215	h 3778	10	5 31·7	—54 57	2528	Δ 24	6	6 8·3	—54 57
2234	h 3781	9	5 34·4	—41 20	2540	h 3841	10	6 9·8	—58 28
2244	h 3784	7	5 35·5	—46 52	2549	h 3843	9	6 10·2	—60 18
2251	h 3782	10	5 36·1	—53 33	2591	Δ 27	6	6 14·9	—59 8
2256	h 3787	8	5 36·4	—54 37	2602	h 3851	9	6 16·3	—61 35
2258	h 3789	9	5 36·6	—50 10	2612	h 3853	9	6 19·1	—43 18
2273	h 3793	7	5 38·9	—48 18	2655	h 3861	9	6 21·9	—58 8
2301	h 3798	9	5 41·6	—54 32	2731	h 3873	9	6 29·7	—57 32
2298	h 3797	8	5 42...	—46 20	2737	h 3874	6	6 30·5	—58 41
2316	h 3800	11	5 42·7	—56 54	2800	h 3886	9	6 38·6	—62 17

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1680	$4^h\,45^m{\cdot}8$	$-47°\,59'$	*vF, S, R, r* oder *st inv*	1995	$5^h\,30^m{\cdot}4$	$-48°\,45'$	*eeF, R, bM, diffic*
1803	5 2·9	—49 42	*?, F, S, R, vglbM,* * 11 *sf*	1998	5 30·6	—48 46	*vF, R, gbM, st s*
1930	5 23·2	—46 49	*pF, S, R, bM, 4 B st p*	2007	5 32·6	—51 0	*eF, pL, R*
1997	5 29·9	—63 17	*eF, cS, R*	2008	5 32·7	—51 1	*eF, pL, R, vlbM*

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ	Beschreibung des Objects
2087	$5^h\ 42^m{\cdot}4$	−55° 34′	*eF, pS, R, vlbM*	2162	$5^h\ 59^m{\cdot}9$	−63° 43′	*F, pL, R, vglbM*
2101	5 44·1	−52 7	*eF, pS, R, 3 st 10 sf*	2178	6 2·2	−63 46	*eF, vS, R*
2104	5 44·8	−51 35	*pB, pS, R, glbM*	2205	6 10·6	−62 30	*pF, S, R, bM*
2115	5 48·9	−50 36	*eeF, vS, 3 st 10 sp*	2221	6 18·7	−57 31	*vF, lE, vgbM*
2148	5 57·4	−59 7	*eF, S, R, * 12 vnr*	2222	6 18·7	−57 29	*vF, lE, vgvlbM*
2152	5 58·5	−50 44	*eeF, R, * 15 att*	2297	6 43·7	−63 37	*vF, S, R, vglbM*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ	Grösse Maximum	Minimum	Periode, Bemerkungen
R Pictoris .	$4^h\ 43^m\ 29^s$	−49° 25′·6	8·1	9·5	
S „	5 8 18	−48 37·7	8·6	< 13·3	1894 Nov. 5 + 410^d *E* ?

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ	Grösse	Farbe
1	$5^h\ 2^m\ 21^s$	−49° 42′·9	5·3	*R*	2	$5^h\ 11^m\ 34^s$	−52° 8′·9	6·7	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

$\Delta\alpha$ in Secunden — $\Delta\delta$ in Minuten

α \ δ	−40°	−50°	−55°	−60°	−65°	α	
$4^h\ 30^m$	$+21^s$	$+16^s$	$+13^s$	$+10^s$	$+5^s$	$4^h\ 30^m$	+1′·3
5 0	+20	+16	+13	+ 9	+3	5 0	+0·8
5 30	+20	+15	+12	+ 8	+3	5 30	+0·4
6 0	+20	+15	+12	+ 8	+2	6 0	0·0
6 30	+20	+15	+12	+ 8	+3	6 30	−0·4
7 0	+20	+16	+13	+ 9	+3	7 0	−0·8

Pisces. (Die Fische.) PTOLEMAI'sches Thierkreissternbild, vorwiegend am nördlichen Himmel. Das Bild beschliesst die Reihe der 12 Abschnitte des Thierkreises. Während dasselbe aber bei PTOLEMAUS mit 0^h AR. seine Grenze hatte, ist es nun in Folge der Präcession schon bis nahe an 2^h herangerückt.

Als Grenzen sollen die folgenden gelten:

Von $22^h\ 45^m$, — 4°, Stundenkreis bis + 2°, schräge Linie bis $0^h\ 10^m$, + 12°, Stundenkreis bis + 2°, Parallel bis $0^h\ 52^m$, Stundenkreis bis + 23°, Parallel bis $0^h\ 37^m$, Stundenkreis bis + 33°, Parallel bis $0^h\ 52^m$, Stundenkreis bis + 33° 40′, Parallel bis $1^h\ 29^m$, Stundenkreis bis + 26°, Parallel bis $1^h\ 40^m$, Stundenkreis bis + 6°, Parallel bis $2^h\ 0^m$, Stundenkreis bis + 1° 40′, Parallel bis $0^h\ 20^m$, Stundenkreis bis — 7°, Parallel bis $23^h\ 48^m$, Stundenkreis bis — 4°, Parallel bis $22^h\ 45^m$.

Heis verzeichnet als mit blossem Auge sichtbar: 1 Stern 3ter Grösse, 10 Sterne 4ter Grösse, 21 Sterne 5ter Grösse, 96 Sterne 6ter Grösse, Summa 128 Sterne.

Pisces grenzt im Norden an Pegasus, Andromeda und Triangulum, im Osten an Aries und Cetus, im Süden an Cetus, im Westen an Aquarius und Pegasus.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9805	*h* 3153	10	22h 50m·2	+ 0° 14′	10181	Σ 3040	9	23h 43m·0	+ 9° 35′
9810	Σ 2956	8·9	22 50·7	+ 0 49	10195	*h* 993	10	23 45·4	+ 0 19
9819	Σ 2959	6	22 51·9	— 3 47	10198	*h* 3220	9·10	23 46·3	+ 1 51
9825	*h* 5530	11	22 52·9	+ 1 0	10215	*h* 5228	9	23 48·6	— 2 13
9826	*h* 977	14	22 53·1	+ 0 51	10222	Σ 3045	8	23 49·5	+ 1 54
9849	σ 770	7	22 55·6	+ 2 28	10237	*h* 994	10	23 51·3	— 1 9
9864	Σ 2972	8	22 57·6	— 0 18	10251	*h* 996	10	23 53·2	+ 1 1
9932	*h* 980	—	23 6·1	+ 4 28	—	β 730	5·6	23 53·5	— 4 6
9947	OΣ 491	7	23 8·5	+ 1 41	10256	σ 792	4	23 54·1	+ 6 18
9954	*h* 981	9	23 9·0	+ 2 20	10257	*h* 3229	10	23 54·3	+ 6 32
9955	*h* 3179	11·12	23 9·3	— 0 18	10259	*h* 3230	13	23 54·8	+ 0 15
9968	Σ 2995	8	23 11·4	— 2 8	—	β 732	8·5	23 55·3	+ 7 57
—	β 79	8	23 12·4	— 2 4	—	β 281	7·5	23 57·6	+ 1 35
9979	*h* 3183	11	23 12·4	— 2 22	10272	*h* 998	8	23 57·7	+ 1 35
9981	Σ 2999	8	23 13·7	+ 4 39	10274	*h* 999	7·8	23 57·8	— 1 28
—	β 80	8·5	23 13·7	+ 4 52	10276	Σ 3054	8	23 57·9	+ 7 43
9992	*Hh* 794	—	23 15·2	+ 4 50	10277	*h* 3253	10	23 58·0	+ 6 48
10013	*h* 3187	10	23 17·6	+ 5 54	10305	*h* 1000	11	0 1·3	+ 1 22
10019	*h* 3189	6·7	23 18·2	— 0 16	—	β 1155	8·7	0 1·7	+ 3 54
10023	Σ 3009	7	23 19·2	+ 3 10	10308	Σ 3063	8	0 2·5	— 5 6
—	β 854	8·7	23 19·2	+ 5 30	10315	*h* 5533	10	0 3·1	+ 0 7
10024	*h* 3190	10	23 19·5	+ 5 44	7	Σ 4	9	0 4·7	+ 7 53
10030	*h* 985	11	23 20·7	+ 2 58	8	*h* 1939	7	0 4·7	+10 43
10041	*Hh* 798	5·0	23 21·8	+ 0 43	11	Σ 5	6	0 4·9	+10 35
10051	*Hh* 799	—	23 22·9	+ 5 50	14	Σ 6	8	0 5·2	+ 4 21
—	β 1222	8·2	23 23·4	+ 3 0	20	*h* 617	9	0 6·0	+ 0 42
10061	*h* 3195	10	23 24·5	+ 0 16	33	*h* 618	10	0 8·4	— 0 41
10067	Σ 3019	7	23 25·6	+ 4 42	—	β 998	8·7	0 8·5	+ 6 2
10103	Σ 3025	7·8	23 30·8	+ 2 40	46	Σ 12	6·7	0 9·8	+ 8 16
10110	*h* 3207	13	23 32·3	+ 7 20	50	*h* 1946	11	0 10·7	+ 5 4
10124	*h* 5411	9	23 33·8	2 39	52	Σ 15	7·8	0 10·8	— 6 10
10129	S.C.C.840.	4·3	23 34·8	+ 5 5	63	*h* 2	9	0 11·8	+11 59
—	β 723	7·5	23 35·5	— 0 8	64	Σ 20	7	0 12·2	+15 57
10133	Σ 3030	8	23 35·6	— 0 56	65	Σ 22	7	0 12·3	+ 8 19
—	β 724	9·0	23 35·8	+ 7 25	66	Σ 23	8	0 12·4	— 0 15
10137	Σ 3031	7·8	23 36·4	+ 5 42	67	Σ 21	9	0 12·4	+ 1 46
10157	Σ 3033	8·9	23 38·8	+ 6 41	68	*h* 3	9	0 12·8	+12 30
10160	*h* 3211	9	23 39·8	+ 3 13	76	Σ 25	8·9	0 13·5	+15 24
10161	Σ 3035	8·9	23 40·1	+ 7 40	89	*h* 1955	8	0 14·8	+ 5 44
—	β 1223	8·1	23 40·2	+ 4 34	—	β 1015	8·5	0 15·5	+11 46
10167	Σ 3036	8	23 40·9	— 0 18	—	β 1093	7·3	0 15·7	+10 26
10179	σ 788	5·8	23 42·8	— 3 19	95	*h* 1956	10	0 15·8	+ 5 53

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 777	8·5	0h 16m·0	— 0° 48′	378	Σ 88	5	1h 0m·3	+20° 57′
103	Σ 27	7	0 17·2	+12 55	382	Σ 90	6	1 0·6	+ 4 23
110	h 1961	10	0 18·3	— 1 55	—	β 1228	8·3	1 0·6	+12 47
—	β 488	8	0 18·9	— 4 1	381	Σ′ 85	6·5	1 0·7	+31 [illegible]
116	h 621	11	0 19·9	+17 50	389	OΣ 22	7	1 2·0	+11 1
128	OΣ 10	6	0 22·2	+15 29	—	β 502	8	1 3·3	+15 15
140	h 623	9	0 23·7	+ 2 18	402	h 3242	13	1 3·7	+25 20
146	h 1975	12	0 24·1	+ 5 56	—	β 303	7·5	1 4·2	+23 15
156	Σ 32	7	0 25·6	+15 29	411	Σ 94	8·9	1 4·7	+16 5
176	Σ 36	4	0 27·2	+ 6 24	—	β 2	9	1 4·8	+29 21
174	Σ 37	9	0 27·2	+15 6	418	h 634	6	1 5·4	— 9 1
177	h 1982	6·7	0 27·3	+19 44	417	OΣ 25	5	1 5·6	+30 [illegible]
198	Σ′ 37	7	0 29·6	+19 21	420	S. C. C. 45	—	1 5·7	— 9 1
226	Σ 46	5	0 34·6	+20 53	423	h 11	11	1 5·9	+12 [illegible]
242	OΣ 18	7	0 37·2	+ 3 40	425	h 2026	10	1 6·7	+ 4 21
244	h 5	10	0 37·4	+10 11	426	h 635	10	1 7·1	+27 [illegible]
250	Σ 51	8·9	0 38·3	+16 49	427	Σ 98	7	1 7·3	+31 33
266	h 6	9	0 39·5	+12 6	429	OΣ 26	6·7	1 7·5	+29 [illegible]
271	Σ 58	8	0 40·1	+ 9 46	434	Σ 99	5	1 8·3	+24 4
272	h 7	9	0 40·2	+11 59	435	Σ 100	4	1 8·5	+ 7 2
282	OΣ² 8	8	0 42·4	+11 21	—	β 1029	4	1 8·5	+ 7 2
289	h 8	12	0 43·4	+12 9	436	h 636	8	1 8·8	+30 [illegible]
—	β 495	7·5	0 43·5	+18 8	437	h 12	10	1 8·9	—12 22
290	OΣ² 9	7	0 44·3	+29 54	438	h 2029	9·10	1 9·0	+19 [illegible]
292	Σ 61	6	0 44·5	+27 11	447	h 1076	9	1 10·8	—13 12
295	Σ 63	8	0 45·0	+11 17	457	Σ 107	8	1 11·1	—20 [illegible]
—	β 496	6	0 46·3	+12 14	—	β 503	7·8	1 11·9	+10 4
305	Σ 67	8	0 46·9	+10 4	—	β 504	8·0	1 12·2	— 1 [illegible]
—	β 498	8	0 47·6	+ 9 15	481	Σ 116	8	1 15·6	—13 [illegible]
311	Σ 71	8·9	0 48·1	+ 4 28	486	OΣ² 16	7	1 17·3	+16 40
310	h 9	9	0 48·1	+11 26	—	β 4	7	1 17·6	—10 54
316	OΣ 20	6	0 49·3	+18 39	498	h 2044	10	1 18·6	+ 4 [illegible]
320	Σ 74	8	0 49·5	+ 8 53	499	h 1078	9	1 18·8	—28 5
321	Σ 75	8	0 49·9	+13 1	500	h 13	8	1 18·8	—12 23
—	β 500	8·0	0 49·9	+30 7	505	Σ 119	8	1 19·3	+ 4 [illegible]
327	Σ 76	8·9	0 51·4	+10 8	506	OΣ 30	7·8	1 20·0	+31 2
332	Σ 77	9	0 52·7	+26 23	514	Σ 122	—	1 21·2	— 3 1
—	β 302	7·0	0 53·0	+20 51	—	β 1164	6·7	1 22·5	— 4 [illegible]
337	h 2005	10	0 53·1	+ 5 7	521	OΣ² 19	6	1 23·1	+ 7 [illegible]
342	Σ 78	9	0 53·9	+ 4 51	524	σ 40	—	1 23·8	+ 5 [illegible]
344	Σ 80	7	0 54·3	+ 0 15	523	Σ 126	7·8	1 23·8	—24 [illegible]
347	h 630	11	0 54·8	+30 25	533	Σ 129	8·9	1 25·0	—12 [illegible]
—	β 867	8·1	0 54·9	+11 23	—	β 506	3·6	1 26·1	—14 [illegible]
350	Σ 82	8·9	0 55·5	+ 8 57	542	Σ 132	7	1 26·6	—16 [illegible]
365	h 631	9	0 59·4	+27 27	546	h 15	10	1 27·9	—11 [illegible]
366	h 1065	9	0 59·5	+27 34	548	OΣ 31	6·7	1 28·0	— 7 41
369	h 1067	10	0 59·7	+25 43	560	Σ 136	7	1 29·5	—12 [illegible]
372	h 10	8	0 59·8	+12 18	—	β 507	7·5	1 30·4	—28 [illegible]
370	h 1068	5·6	0 59·8	+14 25	568	Σ 138	7	1 30·8	— 7 [illegible]
377	Σ 87	8	1 0·2	+14 52	—	β 869	8·0	1 31·1	— 3 [illegible]

Numm. des Herschel Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Herschel Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
571	*h* 16	10	1^h 31^m·6	+11° 19′	622	*h* 18	9	1^h 38^m·5	+11° 38′
574	OΣ² 20	7	1 32·1	+22 4	—	β 509	8·5	1 38·5	+ 9 4
—	β 508	9·0	1 33·5	+26 26	628	Σ 155	7	1 38·9	+ 8 59
583	*h* 17	9	1 33·8	+11 42	649	*h* 2084	9	1 42·2	+ 3 26
—	β 5	7	1 33·8	+16 7	681	Σ 177	8·9	1 46·2	+ 4 27
588	Σ 142	8	1 34·5	+14 45	692	OΣ 36	7	1 47·1	+ 4 10
596	Σ 145	5	1 35·7	+25 15	743	Σ 198	8	1 54·9	+ 6 13
601	Σ 146	8	1 36·0	+ 9 37	753	Σ 202	2·3	1 56·8	+ 2 17
608	*h* 2071	5·6	1 37·1	+19 47	775	*h* 2111	10	1 59·8	+ 4 26

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7391	22^h 45^m·5	− 2° 4′	*eF, eS, R, sbM* * 13, * *np*	7556	23^h 10^m·6	− 2° 56′	*eF, pL, R, B* ⁑ *f*
7396	22 47·3	+ 0 34	*pF, pS, R, gbM*	7565	23 11·2	− 0 36	*vF*
7397	22 47·6	+ 0 36	*eF, vS*	7566	23 11·2	− 2 54	*vF, pS, E, er*, 3 *F st inv*
7398	22 47·7	+ 0 40	*vF, pL*	7589	23 13·6	− 0 17	*eF, vS*
7401	22 47·8	+ 0 36	*eF, vS*	7603	23 13·8	− 0 18	*F, vS, stell*
7402	22 47·9	+ 0 36	*eF, vS*	1481′	23 14·3	− 4 39	*vF, vS, R*
7403	22 48·0	+ 0 57	* *neb*, ??	7613	23 14·7	− 0 21	*vF*
1455′	22 48·7	+ 0 51	*F, pS, R*, 2 *st* 11 *nr*	7614	23 14·9	− 0 20	*vF*
7428	22 52·2	− 1 34	*F, vS, R, bM*	1482′	23 15·7	+ 1 11	*pB, vS, R*
7434	22 53·2	− 1 42	*vF, vS, R, stell*	7629	23 16·2	+ 0 51	*vF, vS, stell*
7458	22 56·4	+ 1 13	*eF, eS, psbM*	7642	23 17·8	+ 0 53	*vF, vS, bM*
7460	22 56·6	+ 1 44	*eF, pL, R*	7667	23 22·2	− 0 44	*vF*
1466′	22 58·5	− 3 18	*pB, vS, iF*	7669	23 22 ±	− 0 44	3 *vF neb*, 7667 umgebend
1467′	22 59·7	− 3 46	*F, S, bi N*				
7478	22 59·8	+ 2 3	*eF, E*	7679	23 23·7	+ 2 58	*pB, S, R, mbMN, stell*
1468′	23 0·0	− 3 44	*vF, vS, iF, sbM*	7682	23 24·0	+ 2 59	*eF*, * 14 *p* 14ˢ
7480	23 0·1	+ 2 1	*vF, vS, vlE, vgbM*	7684	23 25·4	− 0 28	*F, vS, stell*
7482	23 0·6	+ 2 32	*F, vS, stell*	7685	23 25·4	+ 3 21	*eF, eL, R, gbM*, ⁑ *nr*
7483	23 0·7	+ 3 0	*vF, S, E, psbM*	1492′	23 25·4	− 3 35	*eF, S, R*
7488	23 2·7	+ 0 24	*vF, vS, stell*	1496′	23 25·6	− 3 30	*eeF, pS, R*
7493	23 3·4	+ 0 22	*vF, stell*	7687	23 25·8	+ 3 0	*vF, vS*, * 11 *f* 1ˢ, *n* 85″
7506	23 6·5	− 2 42	*eF, vS, R, sbM* * 15	7693	23 28·0	− 1 51	*S neb* oder *neb* * 14
7517	23 8·1	− 2 38	*vF, vS, stell*	1500′	23 28·1	+ 4 0	*F, vS, Ens, lbM*
7521	23 8·4	− 2 17	*vF, pS, psbM*	7694	23 28·2	− 3 15	*eF, pL, stell*
7524	23 8·6	− 2 17	*eF, vS*	7695	23 28·2	− 3 16	*eF, stell*
7530	23 9·1	− 3 19	*eF, vS, alm stell*	7696	23 28·7	+ 4 18	*F, S, lE*
7532	23 9·2	− 3 16	*vF, vS, lE*	7699	23 29·3	− 3 28	*eF, vS*
7533	23 9·2	− 2 35	*F, S, R*	7700	23 29·4	− 3 31	*vF, eS, stell*
7534	23 9·3	− 3 14	*eF, vS, lE*	7701	23 29·4	− 3 24	*vF, S, R, mbM*, * 11 *sp*
7544	23 9·8	− 2 44	*eF, vS*	1501′	23 29·5	− 3 42	*vF, S, dif*
7546	23 10·0	− 2 53	*eF, S, lE*	7704	23 29·9	+ 4 21	*eF*, * 12 *p*
7554	23 10·5	− 2 56	*eF, eS, alm stell*	7705	23 29·9	+ 4 15	*eF*

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7706	23h 30m·1	+ 4° 24'	*vF, pS,* * 18 *s* nahe
7710	23 30·6	− 3 26	*pF, vS, stell*
7714	23 31·1	+ 1 36	*pB, S, R, psbM,* * 6 *sf*
7715	23 31·2	+ 1 36	*eF, pL, R*
7716	23 31·4	− 0 15	*F, pL, lE, gbM,* * 10 *s*
1503'	23 33·3	+ 4 15	*F, S, R, gbM*
1504'	23 36·2	+ 3 30	*F, pL, Epf, gbM*
7731	23 36·3	+ 3 10	*F, S*
7732	23 36·4	+ 3 10	*vF, pL*
7738	23 38·4	− 0 4	*vF*
7739	23 38·4	− 0 5	sehr nahe 7738
1506'	23 39·7	+ 4 11	*vF, gbM*
7746	23 40·1	− 2 14	*eF, pS, R,* * *nr s*
1507'	23 40·4	+ 1 8	*pB, iF, mbM*
7750	23 41·5	+ 3 15	*cF, pL, vlE0°, lbM,* * 11 *sf*
7751	23 41·9	+ 3 19	*F, S, R, gbM, er*
7756	23 43·4	+ 3 33	*Neb*
7757	23 43·7	+ 3 37	*vF, cL, vlE, vglbM,* 2 *st* 13 *n*
1510'	23 45·4	+ 1 31	*F, S, R, biN*
7778	23 48·2	+ 7 19	*cF, S, R, psbM, stell*
7779	23 48·4	+ 7 19	*pF, S, R, psbM, stell*
7780	23 48·4	+ 7 34	*vF, vS, R, lbM, F* * *inv*
7781	23 48·7	+ 7 18	*F, S, R*
7782	23 48·8	+ 7 25	*pF, pL, lE, glbM*
7783	23 49·0	− 0 11	*F, S, lE*
7785	23 50·2	+ 5 22	*pB, pS, iR, psbM, r,* * 8 *p*
7787	23 50·7	0 0	*vF, S, R*
1515'	23 50·9	− 1 33	*eeF, pS,* * 9·5 *inv bet* 2 *st*
1516'	23 50·9	− 1 28	*vF, pS, R, B* * *sf*
1517'	23 51·1	− 0 52	*eeF, vS, R,* 3 *st p*
7797	23 53·9	+ 3 5	*eF, pS, iR, lbM*
1522'	23 53·9	+ 1 9	*F, S, Ens*
1523'	23 54·0	+ 6 19	*vF,* * 4 *f*
1524'	23 54·4	− 4 43	—
7802	23 55·9	+ 5 41	*vF, S, R, psbM*
7809	23 57·0	+ 2 22	*eF, vS*
1527'	23 57·2	+ 3 33	*F, R, r, vF* * *sf*
7811	23 57·3	+ 2 47	*vF, S, R, stell*
7816	23 58·7	+ 6 55	*vF, pL, R, gbM*
7818	23 59·0	+ 6 51	*eeF, pS, v diffic*
7820	23 59·4	+ 4 39	*pF, vS, vsmbM,* * 14 *sf*
7824	23 59·9	+ 6 22	*pF, S, R,* * 10 *np*
1528'	23 59·9	− 3 40	—
7825	0 0·0	+ 4 39	*vF, S, gbM*
7827	0 0·3	+ 4 40	*vF, S, R,* * 12·13 *nf*
7830	0 1·1	+ 7 49	*eF, neb* * 13
7832	0 1·3	− 4 16	*vF, vS, R, vspsmbM,* 2 *st* 9 *sf*
7834	0 1·5	+ 7 49	*eeF, vS*

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7835	0h 1m·6	+ 7° 52'	*eF, S, R*
7837	0 1·7	+ 7 48	*eF* } *D neb*
7838	0 1·8	+ 7 48	*eF* }
7840	0 2·0	+ 7 52	*eF, S*
3	0 2·1	+ 7 45	*F, vS, R,* [illegible]
4	0 2·3	+ 7 50	*eF*
12	0 3·6	+ 4 3	*eF, pL,* [illegible] *M*
33	0 5·8	+ 3 7	*eF, vS* oder *neb* [illegible]
36	0 6·2	+ 5 49	*vF, pS, iF*
38	0 6·7	− 6 9	*F, S, R,* [illegible] *M*
3'	0 7·0	− 0 59	*F, vS, iF, r*
46	0 9·0	+ 5 26	*Neb*
52	0 9·9	+17 59	*vF, S, R*
56	0 10·2	+11 53	*eF, cL,* [illegible]
57	0 10·4	+16 46	*F, S, R,* [illegible] *M*
60	0 10·8	− 0 52	*eF, vS, R,* [illegible] *M*
61	0 11·3	− 6 53	*vF, S, iR,* [illegible] *M*
63	0 12·6	+10 54	*pF, S, R,* [illegible] *M*
6'	0 13·8	− 3 50	*F, vS, R, mbM* = * 14
7'	0 13·9	+10 0	*F, vS, R,* * 12·5 [illegible]
8'	0 13·9	− 3 47	*vF, vS, iF,* [illegible] *M*
75	0 14·2	+ 5 54	*vF, vS, R*
12'	0 15·1	− 3 13	*pF, S,* [illegible]
13'	0 15·2	+ 7 8	*vF, pL,* [illegible]
78	0 15·3	+ 0 18	*vF, S, R*
14'	0 17·4	+ 9 55	*Neb,* vermuthet
99	0 18·8	+15 13	*vF, pL, R,* [illegible]
100	0 18·9	+15 56	*vF, pS,* [illegible]
105	0 20·1	+12 20	*vF, S, R,* [illegible]
17'	0 23·3	+ 2 6	*pF,* [illegible]
125	0 23·7	+ 2 17	*vF, S, bM, D* * [illegible]
126	0 24·0	+ 2 15	*vF, S,* [illegible]
127	0 24·1	+ 2 19	*vF, vS, R*
128	0 24·2	+ 2 19	*pF, pS, lE* [illegible]
130	0 24·2	+ 2 19	*vF, vS,* [illegible]
137	0 25·8	+ 9 39	*F, iF,* [illegible]
138	0 25·8	+ 4 36	*F,* [illegible]
24'	0 26·0	+30 17	*S,* [illegible]
139	0 26·0	+ 4 34	*eF, S*
141	0 26·2	+ 4 38	*vF, vS, R*
31'	0 29·2	+11 43	*F,* [illegible]
34'	0 30·4	+ 8 35	*vF, pS,* [illegible]
164	0 31·4	+ 2 11	*eF*
35'	0 32·5	− 9 48	*vF, S,* [illegible]
180	0 32·9	− 8 7	*vF, pL,* [illegible]
182	0 33·1	+ 2 11	*vF, S,* [illegible]
186	0 33·3	+ 2 37	*F, S, R,* [illegible]
190	0 33·9	+ 6 31	*vF, S, iF,* [illegible]
193	0 34·2	+ 2 47	*F, L,* * 15 *sp* nahe
194	0 34·2	+ 2 29	*pB, S, R,* [illegible]

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
198	$0^h\ 34^m{\cdot}3$	+2° 15′	*F, S, vgbM*
199	0 34·4	+2 35	*F, vS*, * 8 *p* 27*s*, *s* 45″
200	0 34·4	+2 20	*pB, S, vgbM*
202	0 34·5	+2 59	*eF, vS, ibM*
203	0 34·5	+2 54	*F, R*, * 9 *sp* 8′
204	0 34·6	+2 45	*F, pS, R, vgbM*
208	0 35·2	+2 12	*pF*
211	0 35·8	+2 54	*eF, S, mbMN*
213	0 36·0	+15 55	*F, S, bet* 2 *S st*
43′	0 37·0	+29 6	*vF, S, mbM*
45′	0 37·3	+29 7	*Neb*, vermuthet
226	0 37·5	+32 2	*eF, S, R*, * 13 *s* 20″
46′	0 37·6	+26 42	*pB, S, R, bM*
233	0 38·2	+30 2	*F, vS, R, lbM*
234	0 38·3	+13 45	*F, pS, iE, bM*
236	0 38·3	+2 26	*vF, pL*
240	0 40·0	+5 34	*vF, S, R*, * *nr s*
243	0 40·7	+29 25	*F, vS, R, gbM*, * 10 *p*
250	0 42·4	+7 21	*eF, vS, R, am* 3 *st*
251	0 42·6	+19 4	*vF, S, R, lbM*, * *inv*, 2 *vS st f*
252	0 42·7	+27 5	*pB, S, R, pmbM, r*, ⁑ *p*
257	0 42·9	+7 46	*pL, lE, gbM, r*
258	0 43·0	+27 6	*eF, S, vF st* nahe
52′	0 43·2	+3 32	*vF, vS, R, gvlbM*
260	0 43·3	+27 9	*eF, pS, lE*
262	0 43·6	+31 25	*eF, vS, R, v diffic*
266	0 44·4	+31 44	*pB, pS, lE, psbM, r*, * 8 *sf* 4′
53′	0 45·3	+10 5	*eeF, pS, R*, andere vermuthet
55′	0 46·5	+7 10	*F, vS, dif*, * 13 nahe
280	0 47·1	+23 48	*eF, S, R*, * 15 *f*
282	0 47·3	+30 6	*F, S, R, lbM*
287	0 48·0	+31 56	*eF, S, R* (? $\alpha = 49^m{\cdot}0$)
57′	0 49·6	+11 18	*F, vS, R, vlbM, F** nahe
295	0 49·7	+30 59	*F, S, R*, * 10″ *n*
296	0 50·0	+31 2	*F, lE*, * 10 *nf* 2′
304	0 50·8	+23 35	*pF, S, R, svlbM*
305	0 51·1	+11 32	*Cl, S, sc, st*
61′	0 51·9	+6 58	*pF, vS, R, vlbM*
311	0 52·1	+29 44	*pF, vS, R, gbM*
313	0 52·3	+29 50	*vF, cS*
315	0 52·4	+29 49	*pB, pL, R, gbM*, *9 *nf* 3′
316	0 52·4	+29 49	*vF, eS, stell*
318	0 52·6	+29 53	*vF, vS, R, bM*
326	0 53·0	+26 20	*F, lE*, * 9·10 *sf*
62′	0 53·5	+11 16	*vF, pL, dif*
332	0 53·6	+6 34	*vF, S, R, sev st nr s*
64′	0 54·0	+26 31	*F, S, R, gmbM*

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
66′	$0^h\ 55^m{\cdot}1$	+30° 15′	*vF, vS, irr*
338	0 55·2	+30 8	*vF, vS, iF, bM*
69′	0 56·0	+30 32	*F, iF, lbM*
354	0 57·9	+21 48	*vF, vS, R, vS* * *inv*, * 14 *p* nahe
73′	0 59·7	+4 14	*vF, pL, dif*
74′	1 0·8	+3 34	*vF, S, stell*
370	1 1·1	+31 53	*vF*, * 13 *s* 15″, *dif*
372	1 1·2	+31 54	*stell, mbM, r*
373	1 1·4	+31 46	*vF, vS*
374	1 1·5	+32 16	*F, S, bet* 2 *st* 15
375	1 1·5	+31 49	*vF, vS*
379	1 1·8	+31 59	*pF, S, R, bM*
380	1 1·8	+31 57	*pF, S, R, sbM*
382	1 1·9	+31 52	*vF, S, R*
383	1 1·9	+31 53	*pF, pL, R, gbM*
384	1 1·9	+31 46	*pF, pS*
385	1 1·9	+31 47	*pF, pS, R*
75′	1 1·9	+10 18	*vF, vS, dif, vlbM*
386	1 2·0	+31 50	*eF, S, R*
387	1 2·0	+31 51	*vF, S, R*
388	1 2·3	+31 46	*vF, S, R*
390	1 2·4	+31 54	*vF, vS, stell*
392	1 2·9	+32 36	*F, vS, R, mbM, bet* 2 *st*
394	1 2·9	+32 37	*F, S*
396	1 2·9	+4 0	*eF, S, lE*
397	1 3·1	+32 35	*eF, S, R, vF* * *p*
398	1 3·4	+31 59	*vF, vS, stell*
399	1 3·4	+32 6	*vF, S, R*
400	1 3·5	+32 12	*eF, vS*
401	1 3·6	+32 14	*eF, stell*
402	1 3·7	+32 16	*eF, vS, R*
403	1 3·7	+32 13	*vF, pS, cE*, * 11 *s* 85″
407	1 5·1	+32 36	*vF, vS*
408	1 5·3	+32 37	*vF, vS*
410	1 5·4	+32 37	*pB, pL*
414	1 5·7	+32 35	*vF, S, iR, mbM*
420	1 6·6	+31 35	*F, pS, R, bM*
421	1 6·6 ±	+31 37 ±	*eF, vS*
431	1 8·5	+33 11	*F, S, vsbM*
437	1 9·0	+5 24	*pF, vS, R, F* * *np*
443	1 9·6	+32 42	*F, S, R*, * 15 *p* 8*s*
444	1 9·8	+30 33	*vF, mE* 135°, *lbM*
446	1 9·9	+3 47	*F, vS, stell*
447	1 10·0	+32 32	*F, pL, bM*, * 11 *nf*
449	1 10·5	+32 34	*vF, vS, R, vlbM, vF st inv*
451	1 10·6	+32 32	*vF, vS, R, vlbM*
452	1 10·7	+30 30	*vF, E*, *9 *np*, *S* * *nf v nr*
453	1 10·7	+32 30	*vF, vS, R, vF st inv*
455	1 10·8	+4 40	*F, vS, alm stell*

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
89′	1h 10m·9	+ 3° 46′	*F, S, iF, N = 13 m*
459	1 12·8	+17 8	*eF*
462	1 13·0	+ 3 43	*eF, vS, stell*
91′	1 13·5	+ 2 2	*F, S, r, N = 14 m*
463	1 13·6	+15 48	*eF, vS, R, lbM*
467	1 14·0	+ 2 47	*pB, pL, R, gbM*
468	1 14·3	+32 11	*vF, cS, stell*
92′	1 14·3	+32 14	*eeF*
469	1 14·3	+14 21	*eF, S, R*
94′	1 14·5	+32 11	*Neb* * 13
470	1 14·6	+ 2 53	*pB, L, iR*
471	1 14·7	+14 16	*Neb* * 12 *m*
97′	1 14·7	+14 20	*stell* = 13·5 *m*
96′	1 14·8	+29 9	*pB, pS, vmbMN* = 12·13 *m*
472	1 14·9	+32 11	*eF, vS,* * 9·10 *p* 14*s*
473	1 14·8	+15 58	*eF, S*
474	1 14·9	+ 2 53	*pB, S, smbM*
475	1 15·0	+14 21	*eF, S*
476	1 15·0	+15 31	*eF, vS, stell*
479	1 16·1	+ 3 21	*eF, S, R*
483	1 16·3	+33 0	*vF, vS*
485	1 16·3	+ 6 30	*eF, pL, R,* * 8 *sp* 3′
486	1 16·6	+ 4 49	*eF, cS, stell*
488	1 16·6	+ 4 44	*pB, L, R, svmbM,* * 8 *f*
489	1 16·6	+ 8 41	*pB, S, E*
490	1 16·9	+ 4 51	*vF, vS, R*
492	1 17·0	+ 4 54	*eF, vS, R*
494	1 17·3	+32 39	*vF, pL, E,* 3 *F st s*
495	1 17·3	+32 57	*vF, S*
496	1 17·4	+33 0	*vF, vS*
498	1 17·5	+32 58	*eeF*
500	1 17·5	+ 4 52	*vF, vS, mbM,* * 11 *nf* 1′
499	1 17·6	+32 56	*pB, pL, R*
502	1 17·7	+ 8 32	*cB, S, R, bMN*
505	1 17·7	+ 8 57	*vF, vS, stell*
501	1 17·8	+32 55	*vF, S*
503	1 17·8	+32 48	*eF, eS, D* * 4′ *sp*
504	1 17·8	+32 41	*vF, S*
506	1 18·0	+32 43	*vF, vS*
507	1 18·0	+32 44	*vF, pL, R, bM*
508	1 18·0	+32 46	*vF, S*
509	1 18·1	+ 8 55	*vF, S, E*
511	1 18·2	+10 46	*eF, vS, S* * *inv, S* * *att*
510	1 18·3	+32 59	*vF, vS, lE*
512	1 18·4	+33 23	*vF, vS*
514	1 18·7	+12 23	*F, L, lE, vglbM,* ** *f*
513	1 18·8	+33 16	*F, S, stell*
516	1 18·9	+ 9 2	*eF, S, v diffic*
101′	1 18·9	+ 9 25	*vF, pL, E, dif*

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
515	1h 19m·0	+32° 57′	*pF, vS, R*
518	1 19·0	+ 8 48	*F, vS, R*
517	1 19·1	+32 54	*pF, R, stell*
102′	1 19·2	+ 9 23	*eF, S, dif*
520	1 19·4	+ 3 16	*F, cL, E* 1[illegible]°
522	1 19·5	+ 9 28	*eF, pL, iF,* [illegible] * [illegible]
524	1 19·5	+ 9 1	*vB, pL, mbM,* 4 *S st* [illegible]
525	1 19·6	+ 9 11	*vF, vS,* * 11·12 *p* [illegible]
107′	1 19·8	+14 21	*vF, vS, R,* * *p* nahe
523	1 19·8	+33 30	*D neb, vF, vS, pos.* 90° *dist* 30
528	1 19·9	+33 9	*F, pL, R, bM*
532	1 20·1	+ 8 45	*vF, pL, E* 30°, [illegible]
110′	1 20·3	+32 59	*vF*
111′	1 20·3	+32 58	* 13 mit *neb*
537	1 20·7	+33 33	*stell* [illegible]
112′	1 20·8	+10 56	*F, S, dif, E* [illegible]
113′	1 21·0	+18 40	*vF,* * 5 *sp* 3
114′	1 21·1	+ 9 24	*eF, vS, R*
115′	1 21·5	+18 42	*vF,* * 6 *np* 3′
552	1 22·2	+32 56	*vS, stell* [illegible]
553	1 22·2	+32 56	*vS, stell* [illegible]
561	1 22·6	+33 47	*eF, pL, R*
121′	1 23·2	+ 2 1	*F, S, R, gbM*
566	1 23·4	+31 49	*vF, S, R*
123′	1 23·7	+ 1 57	*F, S, R,* [illegible]
569	1 23·8	+10 38	*eF, vS, R*
571	1 24·3	+31 59	*vF, pS,* * 13·14 [illegible]
575	1 25·3	+22 56	*eF, pL,* [illegible]
579	1 26·1	+33 6	*vF, pL, gbM*
582	1 26·3	+32 58	*vF, pL,* [illegible] * [illegible] *f*
588	1 27·1	+30 8	*F*
592	1 27·6	+30 8	*F, pL*
131′	1 27·6	+30 14	*vF,* * 13·5 nahe
132′	1 27·6	+30 25	*vF, D* * (13·1[illegible]) nahe
133′	1 27·6	+30 22	*vF, S, dif,* [illegible]
134′	1 27·8	+30 22	*vF,* vermuthet, * [illegible]
135′	1 27·8	+29 54	*vF*
136′	1 27·8	+29 57	*eF,* diffus, * 10 [illegible]
595	1 27·9	+30 11	*vF, S, R,* [illegible]
137′	1 28·0	+29 59	*vF, pL, dif*
139′	1 28·1	+29 57	*vF, v dif,* [illegible]
140′	1 28·1	+29 58	*vF, dif*
598	1 28·2	+30 9	[illegible] *cB, cL, R,* [illegible]
142′	1 28·4	+30 14	*vF, stell,* oder * 13 *m*
143′	1 28·5	+30 15	*vF, S, dif,* * 1[illegible]
603	1 28·7	+29 40	*S neb* oder [illegible]
604	1 28·9	+30 16	*F, vS, R,* [illegible]
606	1 29·4	+20 54	*eF, pS, R,* [illegible]

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
628	$1^h 31^m·3$	+15° 16′	⊕, *F, vL, R, vgpsmbM, rr*
631	1 31·6	+ 5 19	*vF, S, gbM*
632	1 32·1	+ 5 22	*pB, S, R, psbM*
638	1 34·5	+ 6 44	*vF, pS, R*
645	1 34·9	+ 5 13	*F, pL, mE*
652	1 35·7	+ 7 29	*eeF, pS, R, v diffic*
658	1 36·8	+12 6	*pF, pS, mE, mbM*
656	1 36·9	+25 38	*F, vS, R, r ?*
148′	1 37·0	+13 9	*eeF, pS, v diffic*
660	1 37·7	+13 8	*pB, pL, E, bM, r*
150′	1 37·7	+ 3 41	*F, S, R, dif,* * 10 *nr*
151′	1 38·6	+12 42	*eF, pS*
664	1 38·6	+ 3 44	*vF, S, R*
152′	1 38·8	+12 32	*eF, S, R, vF* * nahe
153′	1 39·3	+12 8	*eF, pS, R*, nördl. folgt zweiter Nebel
665	$1^h 39^m·6$	+ 9° 55′	*F, S, lE, bM, r*
154′	1 40·0	+10 9	*F, vS, lbM,* * 11·5 *sp*
676	1 43·7	+ 5 25	*vF, E* 161°, *sbM* * 9
163′	1 43·9	+20 13	*F, pS, R, bM*
693	1 45·3	+ 5 39	*pF, S, E* 90°, *vglbM,* * 10 *nf*
706	1 46·6	+ 5 48	*F, S, bM,* * 13 *n* 1′
718	1 48·0	+ 3 42	*pB, S, iR, psmbM*
728	1 49·9	+ 3 43	*neb*, vermuthet
730	1 50·1	+ 5 8	*vF, v stell*
174′	1 51·1	+ 3 16	*Neb* * 13
741	1 51·2	+ 5 8	*pF, S, R*
742	1 51·2	+ 5 8	*vF, vS, R, sbM*
791	1 56·5	+ 8 1	*vF, S,* * 14 *f*
194′	1 57·9	+ 2 8	*vF, vS, R,* * 9·5 *f* 15^s
197′	1 58·9	+ 2 19	*pB, S, E* 225°, *gbM*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
T Piscium	$0^h 26^m 49^s$	+14° 2′·9	9·5—10·2	10·5—11·0	irregulär
S "	1 12 21	+ 8 24·3	8·2—9·3	< 14·7	1866 Jan. 4 + $404^d·3$ *E*, Periode wird kürzer
U "	1 17 41	+12 20·7	9·5—10·0	14·5—15·0	1880 Jan. 8 + $172^d·7$ *E*
R "	1 25 29	+ 2 21·9	7—8·8	< 13	1866 Nov. 22 + $344^d·15$ *E* + + 13 *sin* (12° *E* + 180°)

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$22^h 56^m 10^s$	+ 0° 32′·9	8·5	*RG*
2	23 6 9	+ 4 27·8	7·1	*RG*
3	23 10 22	+ 5 38·3	7·5	*WG*
4	23 24 25	+ 0 32·7	9·4	*RG*
5	23 25 34	+ 0 19·3	7·7	*GR*
6	23 25 35	+ 4 40·9	7·5	*F*
7	23 41 17	+ 2 55·9	6·2	*R*
8	23 46 52	+ 2 22·4	6·5	*G*
9	23 47 24	+ 0 30·8	9·2	*RG*
10	23 49 40	— 0 27·2	6·2	*G*
11	23 49 52	+ 7 50·2	8·1	*RG*
12	23 54 42	— 0 49·7	7·0	*G*
13	23 54 44	+11 7·7	7·3	*RG*
14	23 55 5	— 0 54·5	7·3	*WG*
15	23 55 26	+ 0 30·0	8·8	*G*
16	$23^h 56^m 49^s$	— 6° 34′·2	5·0	*G*
17	23 57 21	+ 7 50·1	8·5	*G*
18	0 3 42	+ 7 28·0	7·5	*WG*
19	0 3 45	+ 0 8·0	7·3	*G*
20	0 6 8	+ 7 23·5	7·5	*G*
21	0 8 8	+ 0 34·7	9·0	*F*
22	0 9 26	+19 39·6	5·0	*G*
23	0 11 32	+ 1 18·0	7·5	*RG*
24	0 11 40	+ 9 41·6	6·8	*RG*
25	0 11 54	+ 9 49·3	7·5	*G*
26	0 12 41	+19 41·1	6·8	*RG*
27	0 15 3	+ 2 28·8	8·0	*R*
28	0 15 27	+ 7 37·8	6·2	*G*
29	0 22 46	+15 55·4	9·3	*OG*
30	0 22 50	+17 20·4	5·4	*RG*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
31	0h 22m 57s	+20° 14′·6	7·2	RG	45	1h 6m 4s	+20° 30′·2	4·7	G
32	0 26 41	+19 5·4	—	RG	46	1 10 38	+25 14·6	7·0	RR
33	0 30 54	+23 28·5	7·0	G	47	1 11 54	+25 45·9	9·0	R
34	0 33 58	+30 18·9	3·3	G	48	1 12 21	+ 8 24·3	var	R″ S Piscium
35	0 35 13	+24 2·7	8·0	OR					
36	0 41 19	+14 55·9	5·0	RG	49	1 15 21	+15 11·3	7·2	G W
37	0 42 3	+23 43·5	3·9	G	50	1 16 4	+ 6 26·9	8·7	R²
38	0 43 29	+ 7 2·5	4·5	G	51	1 18 1	+19 56·8	6·2	G
39	0 51 52	+22 52·8	4·5	WG	52	1 25 29	+ 2 21·9	var	RG R Piscium
40	0 52 25	+28 27·5	6·0	WG					
41	0 54 39	+ 5 56·7	7·0	G	53	1 29 26	+17 56·8	6·3	G
42	0 54 58	+17 40·1	7·5	WG	54	1 31 29	+ 7 18·4	6·9	G
43	0 59 30	+18 21·6	7·5	G	55	1 33 21	+ 0 51·2	10	F
44	1 4 54	+15 8·1	6·4	WG	56	1 38 25	+ 5 14·5	8·3	R²

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−10°	0°	+10°	+20°	+30°	+40°	α	
22h 30m	+32s	+31s	+30s	+29s	+28s	+27s	22h 30m	+3′·1
23 0	+32	+31	+30	+30	+29	+28	23 0	+3·2
23 30	+31	+31	+31	+30	+30	+30	23 30	+3·3
0 0	+31	+31	+31	+31	+31	+31	0 0	+3·4
0 30	+31	+31	+31	+32	+32	+32	0 30	+3·3
1 0	+30	+31	+32	+32	+33	+34	1 0	+3·2
1 30	+30	+31	+32	+33	+34	+35	1 30	+3·1
2 0	+30	+31	+32	+33	+35	+37	2 0	+2·9

Piscis austrinus. (Der südliche Fisch.) Ein PTOLEMÄI'sches Sternbild am südlichen Himmel. Sein hellster Stern, Fomalhaut, ist der südlichste Stern 1ter Grösse, welcher in Mitteleuropa noch gesehen werden kann.

Die Grenzen sind:

Von 21h 20m, — 25°, Stundenkreis bis — 37°, Parallel bis 23h 0m, Stundenkreis bis + 25° und Parallel bis 21h 20m.

Nach der Uranometrie enthält das Sternbild: 1 Stern 1ter Grösse, 3 Sterne 4ter Grösse, 7 Sterne 5ter Grösse, 31 Sterne 6ter Grösse, mithin 42 mit blossem Auge erkennbare Sterne.

Piscis austrinus grenzt im Norden an Capricornus und Aquarius, im Osten an Sculptor, im Süden an Grus, im Westen an Microscopium.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9042	h 3025	9	21h 20m·1	−31° 5′	9091	h 5279	11	21h 28m·1	−32° 48′
9070	h 5274	9	21 24·4	−35 15	9099	h 3034	10	21 28·5	−32 20

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9106	h 5280	10	21h 29m·3	−31° 0′
9140	h 5285	9	21 33·6	−29 54
9153	h 3045	8·9	21 35·2	−31 2
9159	h 3046	9·10	21 35·8	−28 27
9198	h 5293	8	21 39·3	−32 6
9206	h 3054	9	21 40·2	−27 10
9222	h 5296	5	21 41·9	−31 22
9241	h 3059	7	21 45·0	−28 24
9282	h 5304	10	21 49·8	−31 13
9291	h 5307	9	21 50·2	−31 23
9306	h 3068	9	21 52·0	−28 14
9332	h 5311	8	21 53·8	−29 33
—	β 276	5	21 55·1	−28 56
—	β 769	7·0	22 5·8	−34 57
9532	h 5332	9	22 19·1	−32 32
9550	S 808	—	22 20·3	−20 44
9575	h 1318	6·7	22h 23m·8	−29° 11′
9591	Hh 675	—	22 25·2	−28 43
9599	Δ 240	3	22 25·8	−32 52
9606	h 3120	9	22 26·6	−29 5
9636	h 5346	7	22 31·0	−32 11
9643	h 5347	9	22 31·8	−34 53
9668	h 5356	8	22 34·2	−28 50
9710	h 3137	9	22 37·6	−27 57
9735	h 5363	9	22 42·1	−35 35
9737	h 3140	9·10	22 42·2	−27 48
9765	h 5365	6	22 46·1	−36 25
9770	h 5367	5	22 47·0	−33 24
—	β 772	5·5	22 50·4	−33 5
9821	h 5371	9·10	22 52·4	−26 22
9875	h 5383	9	22 59·8	−35 6

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7109	21h 36m·0	−34° 54′	eF, vS, am st
7110	21 36·2	−34 38	F, S, R, bM
7115	21 38·6	−25 50	vF, pS, mE 90°, 2 st inv
7130	21 42·3	−34 55	pB, S, R, glbM
7135	21 43·8	−35 21	pB, pL, R, vgbM, * 14 att p
7152	21 48·2	−29 46	eeF, vS (?)
7153	21 48·7	−29 31	eF, S, E (eF * nr ?)
7154	21 49·4	−35 18	B, pL, iR, glbM, r
7157	21 50·5	−25 51	(?) vF, vS, R, sbMN, b D * p &
7163	21 53·5	−32 22	F, pL, vlE, vglbM
7167	21 54·9	−25 7	F, pS, R, vglbM, * 10 f
7172	21 56·2	−32 21	pB, pL, lE, gbM
7173	21 56·2	−32 27	cB, cS, R, sbM *
7174	21 56·3	−32 29	cF, S, R } D neb
7176	21 56·3	−32 28	B, pL, R } D neb
7178	21 56·5	−36 17	eF, S, R, * 8 s 2′
7187	21 57·6	−33 16	pF, pS, R, lbM
7201	22 0·8	−31 44	F, R, gbM
7202	22 1·0	−31 40	eF, S, stell
7203	22 1·0	−31 38	cF, R, stell
7204	22 1·1	−31 32	pB, L, lE, gbM
7208	22h 1m·7	−29° 32′	vF, vS, R, fast ◯
7214	22 3·4	−28 18	⊕, pL, iR, rr
7221	22 5·5	−31 3	F, S, R, gbM, r, 2 vS st nr
7225	22 7·5	−26 39	pF, S, lE, bM
7229	22 8·4	−29 52	F, pL, R, vglbM
7252	22 15·2	−25 11	F, S, R, er
7258	22 17·4	−28 51	vF, S, E, glbM, ? biN
7259	22 17·4	−29 27	eF, pL, R, vlbM
7262	22 17·7	−32 51	eF, S, R, lbM
7267	22 18·7	−34 12	cB, pS, vlE, glbM, B ∴ sp
7268	22 19·0	−31 42	F, cS, vlE
7277	22 20·5	-31 39	F, cS, vlE
7279	22 21·4	−35 39	vF, pS, R, vgvlbM
7284	22 23·1	−25 22	cF, cS, lE, r, D * inv
7285	22 23·1±	−25 22±	Neb *
7289	22 23·5	−35 58	vF, S, R, gbM
7294	22 24·6	−25 56	vF, vS, R
7306	22 27·7	−27 46	vF, S, lE, * 11 p
7313	22 30·0	−26 38	eF, E
7314	22 30·3	−26 34	cF, L, mE 0°, vlbM
7361	22 38·8	−30 35	F, pL, vmE 0°, vgvlbM
1459′	22 51·7	−36 58	F, pS, N = 12 m

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α (1900·0)	δ (1900·0)	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
S Piscis austrini .	21ʰ 58ᵐ 2ˢ	−28° 32′·0	8·7—9·2	< 11	1890 Sept. 9 + 272ᵈ *E*
R „ „ .	22 12 19	−30 6·2	8·5	< 11 ?	1872 Oct. 19 + 292ᵈ *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α (1900·0)	δ (1900·0)	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α (1900·0)	δ (1900·0)	Grösse	Farbe
1	22ʰ 4ᵐ 7ˢ	−34° 30′·4	5·7	*R*	4	22ʰ 36ᵐ 50ˢ	−29° 53′·0	6·5	*R*
2	22 4 19	−33 2·4	5·3	*R*	5	22 54 39	−25 41·6	6·1	*R*
3	22 8 8	−25 40·6	5·9	*R*	6	22 55 52	−29 23·4	5·9	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−20°	−30°	−40°	α	
21ʰ 0ᵐ	+34ˢ	+37ˢ	+39ˢ	21ʰ 0ᵐ	+2′·3
21 30	+34	+36	+38	21 30	+2·6
22 0	+33	+35	+37	22 0	+2·9
22 30	+33	+34	+35	22 30	+3·1
23 0	+32	+33	+34	23 0	−3·2

Reticulum. (Das Netz.) Von Lacaille eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel.

Grenzen nach der Uranometria:

Von 3ʰ 12ᵐ, — 67° 30′, Stundenkreis bis — 60°, Curve (über 3ʰ 20ᵐ, — 56°) nach Punkt 3ʰ 45ᵐ, — 52° 30′, Curve (über 4ʰ 0ᵐ, — 55° und 4ʰ 20ᵐ, — 58°) nach 4ʰ 35ᵐ, — 62°, Stundenkreis bis — 67° 30′, Parallel bis 3ʰ 12ᵐ.

Mit blossem Auge sichtbare Sterne nach der Uranometrie: 1 Stern 3ter Grösse, 1 Stern 4ter Grösse, 5 Sterne 5ter Grösse, 10 Sterne 6ter Grösse, zusammen 17 Sterne.

Reticulum grenzt im Norden und Osten an Dorado, im Süden an Hydrus im Westen und Norden an Horologium.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α (1900·0)	δ (1900·0)	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α (1900·0)	δ (1900·0)
1298	*h* 3580	4	3ʰ 27ᵐ·6	−63° 18′	1457	*h* 3610	10	3ʰ 51ᵐ·6	−62° 57′
1353	Δ 14	7·8	3 36·2	−60 6	1585	*h* 3638	4	4 13·1	−62 43
1356	*h* 3587	8	3 36·4	−60 9	1590	*h* 3641	5	4 13·4	−62 26
1419	*h* 3600	9	3 44·9	−64 23	1616	*R* 3	—	4 16·5	−63 30
1452	*h* 3609	11	3 51·1	−62 58	1657	*h* 3651	9	4 23·5	−63 25

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1663	*h* 3654	6	4^h 23^m·5	—66° 57′	1683	*h* 3660	10	4^h 26^m·3	—65° 43′
1670	*h* 3657	10	4 24·0	—66 29	1699	*h* 3662	8	4 27·8	—65 56
1665	*h* 3655	8	4 24·3	—64 19	1708	*h* 3666	9	4 29·6	—66 19
1669	*h* 3656	10	4 24·3	—64 28	1721	*h* 3670	6	4 32·5	—63 1

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1313	3^h 17^m·0	—66° 51′	*pB, L, E, vgbM, r*	1529	4^h 6^m·1	—63° 10′	*vF, S, R, gbM*
1463	3 44·3	—60 7	*cF, S, R, glbM, am 7 B st*	1534	4 7·5	—63 3	*F, S, R, vS * sf*
1490	3 52·7	—66 19	*pB, S, vlE, pmbM*	1543	4 10·8	—57 59	*B, pL, E, smbMN=*11*
1503	3 55·7	—66 19	*eF, pS, R, * 10 np*	1559	4 16·4	—63 2	*vB, vL, mE, vgpmbM, * 14 att n*
1526	4 4·4	—66 6	*eF, vS, R, glbM*				

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Reticuli . .	4^{h}32^{m}30^s	—63°14′·2	7	< 13	1864 Febr. 5 + 280^d *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	3^{h}42^{m}46^s	—65° 7′·5	3·9	*R*	4	4^{h}13^{m}28^s	—62°26′·8	6·1	*R*
2	3 59 24	—62 26·5	4·7	*R*	5	4 14 46	—59 32·8	4·6	*F*
3	4 13 7	—62 43·7	3·3	*F*	6	4 32 31	—63 1·7	6·2	*R, R* Retic.?

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	—50°	—60°	—70°	α	
3^h 0^m	+20^s	+15^s	+5^s	3^h 0^m	+2′·3
3 30	+18	+13	+2	3 30	+2·0
4 0	+17	+11	—1	4 0	+1·6
4 30	+16	+10	—3	4 30	+1·3
5 0	+16	+ 9	—4	5 0	+0·8

Sagitta. (Der Pfeil.) Ptolemai'sches Sternbild am nördlichen Himmel. Als Grenzen wurden angenommen:

Von 19^h 20^m, + 16°, Stundenkreis bis + 18° 30′, schräge Linie nach 20^h 20^m, + 22°, Stundenkreis bis + 16°, Parallel bis 19^h 20^m.

HEIS giebt an: 4 Sterne 4ter Grösse, 2 Sterne 5ter Grösse, 12 Sterne 6ter Grösse, im Ganzen 18 mit blossem Auge erkennbare Sterne.

Sagitta grenzt im Norden an Vulpecula, im Osten an Delphinus, im Süden an Aquila, im Westen an Hercules.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7967	Σ 2529	8	19h 23m·6	+17° 26′	8307	OΣ 396	6	19h 58m·8	+19° [illegible]
7996	h 890	10	19 27·0	+18 27	8316	Σ 2622	8	19 59·6	+16 [illegible]
8019	OΣ 375	7	19 30·2	+17 54	—	β 57	7	20 0·8	+15 [illegible]
8046	Σ′ 2325	5·0	19 32·8	+16 14	8353	h 2931	11	20 2·4	+17 [illegible]
8047	Hh 627	—	19 32·8	+16 14	—	β 58	8	20 2·8	+15 47
8055	Σ 2552	6	19 33·5	+19 8	8359	Σ 2631	8	20 2·8	+20 [illegible]
8062	Hh 628	—	19 34·0	+16 51	8372	h 2932	9·10	20 4·5	+17 [illegible]
8071	Σ′ 2332	6·9	19 34·9	+16 20	8373	S.C.C.733	7	20 4·6	+16 37
8074	Hh 630	—	19 35·0	+16 23	8377	Σ 2634	8	20 5·0	+16 [illegible]
8098	h 2891	10·11	19 37·9	+19 23	8380	S 737	—	20 5·3	+20 [illegible]
8099	Σ 2563	8	19 38·0	+17 11	8382	Σ 2637	6	20 5·5	+20 [illegible]
8120	h 2894	9	19 40·1	+19 17	8412	h 907	10	20 7·6	+20 41
8122	Σ 2569	8	19 40·3	+16 35	8439	h 2941	10·11	20 9·3	[illegible]
8175	Σ 2585	6	19 44·5	+18 53	8444	Σ 2655	7·8	20 9·7	+21 [illegible]
8181	Hh 644	—	19 45·7	+17 40	8450	Secchi	—	20 10·6	+20 [illegible]
8212	Σ 2595	10	19 48·8	+20 3	8475	h 912	11	20 13·8	+19 [illegible]
8215	Σ′ 2375	7·3	19 49·0	+20 4	8476	h 2947	11	20 13·8	+21 4
8230	h 2908	8	19 51·0	+17 38	8494	h 2950	10	20 15·4	+17 11
—	β 425	8·5	19 53·1	+20 1	8503	h 2954	10·11	20 16·4	+19 [illegible]
—	β 981	8·0	19 53·5	+20 16	8517	Σ 2670	9	20 17·6	+16 4
—	β 149	7	19 53·7	+16 13					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
1305′	19h 34m·9	+19° 59′	vF, * 9·5 am sf Ende	6879	20h 5m·9	+16° 38′	○, stell = 10 m
6838	19 49·3	+18 31	Cl, vL, vRi, pmC, st 11 . . . 16	6886	20 8·3	+19 41	○, stell = 10 m
6839	19 50·0	+17 38	Cl, vS, vC	1312′	20 12·3	+17 43	vF, pL, [illegible]
6873	20 3·8	+20 49	Cl, lC, st 10 . . 13, ‡ in [illegible]	6892	20 12·4	+17 43	vF neb * [illegible]
				6905	20 17·9	+19 47	○, F, pS, S, [illegible]

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
T Sagittae .	19h 17m 14s	+17° 28′·1	8·3—8·7	9·4—9·9	1885 Dec. 31 + [illegible] E
S „ .	19 51 29	+16 22·2	5·6	6·4	1889 Dec. 13 + [illegible] E
R „ .	20 9 30	+16 25·4	8·5—8·7	9·8—10·4	1859 Nov. 12 + 70d [illegible] E — + 5 sin (2° 5 E — [illegible])

Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe
	1900·0					1900·0			
1	19h 40m 4s	+18° 20′·8	7·0	*RG*	6	20h 0m 41s	+20° 22′·3	8·9	*RR*
2	19 42 56	+18 17·0	4·0	*G*	7	20 3 33	+16 22·4	6·5	*RG*
3	19 54 19	+19 13·1	3·8	*G*	8	20 9 30	+16 25·4	*var*	*GR*, *R* Sagittae
4	19 55 31	+17 14·3	5·8	*G*					
5	19 58 26	+20 46·4	9·4	*RR*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	+10°	+20°	+30°	α	
19h 0m	+29s	+26s	+24s	19h 0m	+0′·8
19 30	+29	+27	+24	19 30	+1·3
20 0	+29	+27	+24	20 0	+1·6
20 30	+29	+27	+25	20 30	+2·0

Sagittarius. (Der Schütze.) Thierkreissternbild des PTOLEMÄUS am südlichen Himmel.

Die Grenzen sind folgendermaassen gewählt worden:

Von 17h 35m, — 16°, Stundenkreis bis — 30°, Parallel bis 17h 50m, Stundenkreis bis — 37°, Parallel bis 19h 10m, Stundenkreis bis — 45° 30′, Parallel bis 20h 20m, Stundenkreis bis — 28°, Parallel bis 20h 0m, Stundenkreis bis — 12°, Parallel bis 18h 50m, Stundenkreis bis — 16°, Parallel bis 17h 35m.

Die Uranometrie enthält: 1 Stern 1ter bis 2ter Grösse, 2 Sterne 2ter bis 3ter Grösse, 6 Sterne 3ter Grösse, 10 Sterne 4ter Grösse, 24 Sterne 5ter Grösse, 97 Sterne 6ter Grösse, dazu 4 Variable und 2 Sternhaufen, also in Summa 146 Objecte, welche das unbewaffnete Auge sehen kann.

Sagittarius grenzt im Norden an Serpens, Scutum Sobiesii und Aquila, im Osten an Capricornus und Microscopium, im Süden an Telescopium und Corona australis, im Westen an Scorpius und Ophiuchus.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α	δ	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α	δ
			1900·0					1900·0	
[illegible]	*h* 591	10	17h 36m·6	—22° 20′	7202	*h* 5002	11	17h 52m·1	—23° 58′
7139	*h* 2810	7·8	17 43·6	—19 59	7200	*h* 5000	8	17 52·4	—36 56
7141	*h* 4986	8	17 44·1	—26 19	7204	*h* 5003	7	17 52·6	—30 15
[illegible]	*h* 2811	10	17 44·8	—15 48	7224	*h* 2815	9·10	17 55·0	—18 59
—	β 122	10·4	17 45·9	—28 27	—	β 283	6	17 55·5	—22 47
[illegible]	*h* 4990	—	17 46·9	—22 20	7231	*Hh* 550	—	17 55·8	—21 48
[illegible]	*h* 4991	9	17 47·1	—26 38	7234	*Hh* 552	—	17 56·3	—23 3
[illegible]	*h* 2812	11	17 48·8	—19 10	7244	β 1126	8·7	17 58·1	—24 15
[illegible]	[illegible]814	6·7	17 50·5	—15 48	7247	*h* 5010	—	17 58·5	—24 21
[illegible]	[illegible]	7	17 52·1	—36 51	7250	*S.C.C.* 632	—	17 58·6	—22 31

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7253	*h* 2817	10	17h 58m·7	−19° 37′	7580	*h* 2840	10·11	18h 43m·6	−17° 57′
7254	*h* 5013	9	17 58·8	−15 4	7602	*h* 2842	9	18 45·2	−17 54
7252	*h* 5012	8	17 59·2	−34 58	7600	*h* 5070	7	18 45·3	−22 8
7268	*h* 2818	9·10	18 0·8	−17 12	7626	*h* 5072	9	18 48·1	−22 53
7269	*h* 592	8	18 0·8	−19 0	—	β 1033	5·5	18 49·0	−22 48
—	β 243	8	18 2·1	−22 25	7631	*S.C.C.*668	2·3	18 49·0	−26 25
—	β 244	8	18 2·2	−27 53	7634	*h* 2843	10	18 49·1	−17 40
7290	*h* 2819	9·10	18 3·1	−18 27	7635	*h* 2844	—	18 49·5	−17 45
—	β 245	6	18 3·6	−30 45	7639	*h* 2845	8·9	18 50·1	−17 42
7304	*S* 700	—	18 4·8	−16 47	7664	*h* 5077	9	18 53·7	−36 24
7306	*h* 593	9	18 4·9	−17 11	7676	*h* 5080	8	18 56·3	−36 15
7294	*h* 5026	—	18 4·9	−24 8	7680	*Hh* 591	3·2	18 56·3	−30 2
—	β 131	7·5	18 5·0	−15 38	7694	*h* 2849	9·10	18 57·2	−15 55
—	β 132	7	18 5·3	−19 52	7693	*h* 5082	6	18 57·2	−19 24
7312	*h* 5030	5	18 5·6	−23 44	7705	*Hh* 595	—	18 58·4	−21 41
7316	*h* 2820	10	18 5·9	−18 26	7707	*Hh* 596	—	18 58·7	−22 53
7324	*h* 2821	11	18 7·1	−16 20	7704	*h* 5083	8	18 58·8	−36 20
7327	*h* 2822	3·4	18 7·8	−21 6	7718	*h* 5507	6	19 0·0	−15 49
7332	*h* 2823	—	18 9·1	−19 58	7731	*h* 2853	9·10	19 1·0	−20 8
—	β 286	6·3	18 9·1	−20 25	7733	*S* 710	—	19 1·2	−16 25
7337	*h* 2824	9	18 9·6	−16 50	7734	*S* 711	—	19 1·7	−26 58
7334	*h* 5037	7	18 9·9	−31 12	7741	*h* 1363	13·	19 1·9	−16 57
7333	*h* 5036	7	18 9·9	−34 9	7739	*h* 5091	8	19 2·1	−31 7
—	β 284	7·5	18 10·4	−19 2	7765	*h* 1367	9·10	19 5·1	−17 36
—	β 285	8·5	18 10·6	−25 3	7772	*h* 5094	7	19 6·2	−34 0
—	β 760	3·0	18 10·9	−36 47	7781	*h* 5095	9	19 6·8	−31 6
7346	*h* 2826	12	18 11·0	−16 53	7792	*h* 5097	10	19 7·0	−17 47
7350	*h* 594	—	18 11·2	−18 49	7797	*h* 1373	10	19 7·5	−18 18
7349	*h* 2827	9·10	18 11·2	−19 55	7799	*h* 2856	11	19 7·7	−16 42
—	β 246	8	18 11·7	−19 43	—	β 138	7·5	19 7·8	−14 37
7355	*h* 2829	8·9	18 11·8	−16 41	7793	*h* 5098	10	19 8·0	−36 26
—	β 463	9·0	18 11·9	−16 55	—	β 422	8·5	19 8·7	−18 14
7360	β 639	7	18 12·8	−18 40	7815	*h* 5101	8	19 10·2	−25 31
7362	*Secchi*	—	18 13·1	−19 47	7832	*h* 596	7	19 12·0	−16 9
7366	*S.C.C.*644	—	18 14·1	−17 11	7836	*h* 1378	12	19 12·2	−20 38
—	β 48	8	18 15·1	−19 42	7839	Σ' 2261	7·0	19 12·3	−19 3
—	β 49	8	18 18·2	−19 38	7843	*h* 1381	10	19 12·4	−16 8
7390	*A. C.* 10	5	18 19·4	−20 35	7844	*Hh* 607	8	19 12·7	−18 53
—	β 965	8·1	18 21·1:	−17 29:	7853	*h* 2863	6	19 13·3	−15 42
—	β 133	7·5	18 21·5	−26 41	7857	*h* 5107	8	19 14·4	−35 13
7404	*h* 2832	9·10	18 22·2	−21 18	7860	Δ 226	3·4	19 15·4	−44 39
7413	*Hh* 567	—	18 22·9	−25 7	7870	*h* 597	11	19 15·6	−12 32
—	β 1128	6·1	18 24·5	−33 3	7869	*Hh* 611	7	19 15·8	−19 26
7428	*S.C.C.*651	—	18 25·8	−19 8	7894	*h* 5112	8	19 17·6	−18 12
—	β 966	6·7	18 26·6	−19 2	7893	*h* 2866	9	19 17·6	−18 13
7457	*h* 5051	9	18 29·6	−28 54	7886	*h* 5110	9	19 17·6	−29 51
7486	*h* 2833	9·10	18 33·4	−21 6	7890	*h* 5111	9	19 18·0	−33 5
7530	*h* 2835	10	18 38·6	−16 29	7900	*h* 5113	6	19 18·8	−29 30
7550	*h* 2837	10	18 41·1	−19 17	7910	*h* 5115	9	19 20·3	−40 4
7556	*h* 2838	7	18 41·7	−16 53	7918	*h* 5117	8	19 21·2	−44 5

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 423	8·0	19h 21m·5	−29° 42′	8156	h 5151	9	19h 44m·5	−37° 9′
7936	h 5119	9	19 22·4	−26 12	8165	h 2899	9·10	19 44·6	−24 43
7939	Schj. 28	8	19 22·6	−12 20	8167	h 2900	10	19 44·7	−19 31
7938	h 5120	8	19 23·1	−29 55	8182	h 5152	9	19 47·2	−30 32
7952	h 5124	10	19 23·6	−17 55	8185	h 2902	10	19 47·2	−21 42
7950	Hh 619	7	19 23·7	−27 12	8194	h 2904	6	19 48·3	−24 11
7977	h 2875	10	19 25·7	−21 4	8196	h 5154	9	19 48·7	−32 38
7983	h 1403	10·11	19 26·1	−21 25	8203	h 1446	9·10	19 49·1	−19 31
7990	h 2877	8·9	19 27·7	−27 17	8207	h 602	10	19 49·2	−12 40
7992	h 2879	10·11	19 27·8	−20 28	8222	h 5156	10	19 51·0	−35 6
7993	h 5128	8	19 27·8	−18 50	8238	h 2911	10	19 52·6	−18 0
8002	h 2880	9·10	19 28·2	−16 30	8242	h 1454	9	19 52·8	−17 38
8007	h 2881	10	19 29·4	−19 7	8232	h 5159	9	19 53·0	−40 46
8013	h 1412	10	19 30·1	−21 3	8243	Σ 2602	9	19 53·4	−13 34
—	β 654	4·6	19 30·6	−25 6	8247	h 2912	9·10	19 53·8	−17 55
8017	h 5131	9	19 31·2	−31 8	8244	h 5161	10	19 54·4	−44 39
8018	h 2883	7·8	19 31·2	−21 51	8255	h 5164	9	19 54·8	−27 28
—	β 761	8·0	19 31·4:	−40 0	8269	h 2918	9	19 56·0	−17 54
8025	h 5133	9	19 31·8	−27 11	8285	h 5165	6	19 58·0	−32 21
8031	h 1417	12	19 32·1	−16 4	8291	h 1465	11	19 58·6	−16 27
8026	h 5134	9	19 32·5	−41 47	8322	h 5168	7	20 1·2	−30 2
8044	Σ′2323	7·1	19 33·5	−17 8	8337	h 5170	8	20 3·0	−35 27
8040	h 2884	10	19 33·9	−18 41	8360	h 5173	5	20 4·6	−36 20
8054	h 2885	9·10	19 34·7	−29 23	8390	h 5178	7	20 7·4	−34 26
8063	h 599	6	19 35·0	−16 32	8400	h 5180	10	20 7·8	−28 27
8072	h 2887	10	19 35·7	−13 40	8419	h 5181	10	20 9·3	−32 12
8070	h 5138	9	19 36·7	−44 27	8424	h 5183	6	20 9·8	−36 45
8073	h 5139	9	19 36·8	−43 42	—	β 762	8·0	20 10·6	−32 56
8097	h 2890	10	19 38·9	−20 39	8442	Δ 230	8	20 11·2	−40 30
8107	h 5144	9	19 39·6	−25 47	8467	h 5188	7	20 14·2	−29 32
8108	Σ 2565	9	19 39·7	−13 28	8473	h 5189	9	20 15·3	−37 13
8109	Σ′2342	9·5	19 39·9	−13 30	8482	h 5191	10	20 15·5	−31 22
8114	h 2893	9	19 40·5	−27 54	8478	h 5190	6	20 15·7	−42 22
—	β 467	8·0	19 40·6	−21 46	—	β 763	7·0	20 17·1	−22 44
—	β 146	9	19 41·2	−20 7	8505	h 5195	10	20 18·2	−35 5
8118	h 5145	8	19 41·4	−35 15	8526	h 5198	9	20 20·1	−36 50
8130	h 5147	10	19 42·0	−30 15					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6432	17h 41m·2	−24° 51′	*Cl, st vS*	6476	17h 47m·5	−29° 6′	*Neb.* oder nebl. Theil der Milchstrasse
6439	17 42·5	−16 27	○, *stell* = 13 *m*				
6440	17 42·9	−20 30	*pB, pL, R, bM*	6494	17 51·0	−19 0	*Cl, B, vL, pRi, lC, st* 10...
6445	17 43·3	−19 59	*pB, pS, R, gbM, r,* • 15 *np*	6506	17 53·6	−24 39	*Cl, Ri, eL, vlC*
				6507	17 53·8	−17 24	*Cl, pS, lRi, lC*
6465	17 46·8	−25 23	*eF, S,* vermuthet	6514	17 56·3	−23 2	*!!!, vB, vL,* dreif., *D* inv*
6469	17 46·9	−22 19	*Cl, pRi* (Milchstrasse)	6519	17 56·9	−29 48	*vF*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6520	17h 57m·0	−27° 54′	Cl, pS, Ri, lC, st 9 ... 13
6522	17 57·2	−30 2	⊕, B, pL, R, gvmbM, rrr, st 16
6523	17 57·6	−24 23	!!!, vB, eL, eiF, mit LCl
6526	17 58·1	−23 28	F, L, cE
6528	17 58·4	−30 4	⊕, pF, cS, R, gbM, rrr, st 16
6530	17 58·6	−24 20	Cl, B, L, pRi
6531	17 58·7	−22 30	Cl, pRi, lC, st 9 ... 12
6529	17 58·7	−36 18	Cl in der Milchstrasse
6533	17 59·0	−24 53	eL, eiF, st f
6537	17 59·3	−19 51	○, B, S, stell
1271′	17 59·4	−24 27	ecF, vL, B * inv
6540	18 0·0	−27 49	pF, S, iE, er oder Cl
6544	18 1·2	−25 1	cF, pL, iR, r
6546	18 1·2	−23 14	Cl, vL, vRi
6551	18 2·6	−29 34	vF, vS, R, rr
6553	18 3·2	−25 56	⊕, F, L, lE, vglbM, rr, st 20
6554	18 3·2	−18 27	Cl, pRi, vlC, st L, S
1274′	18 3·4	−23 45	3 st 9 in pL neb
6556	18 3·7	−27 32	F, vL, cE, lbM, rr
6558	18 3·8	−31 47	⊕, pB, pL, R, glbM, rrr, st 16
1275′	18 3·9	−23 51	2 st 8 in pL neb
6559	18 4·0	−24 7	vF, vL, lE, ** inv
6561	18 4·7	−16 49	Cl, L, lC, st cL
6563	18 5·4	−33 53	○, F, L, cE
6565	18 5·6	−28 12	○ stell
6567	18 6·4	−19 7	○ stell, 11 mag, im Cl
6568	18 6·7	−21 37	Cl, vL, lC
6569	18 7·1	−31 51	⊕, cB, L, R, rrr, st 15..
6573	18 7·8	−22 10	Cl, st vS
6578	18 8·9	−20 19	○, stell = 13 m
6583	18 9·8	−22 10	Cl, pRi, pC, cF, st 13...
6589	18 11·0	−19 48	eF, pL neby, D * im Centrum
6595	18 11·1	−19 54	F, pL, cE, ** inv
1283′	18 11·4	−19 46	* 9·3 nebs
1284′	18 11·8	−19 42	* 7·6 im Nebel, 15′ diam.
6596	18 11·8	−16 41	Cl, lC
6603	18 12·6	−18 28	!, Cl, vRi, vmC, R, st 15 (Milchstr.)
6605	18 12·6	−14 59	Cl, lRi, lC, st 10 .. 12
6613	18 14·1	−17 10	Cl, P, vlC
6611	18 13·2	−13 49	Cl, wenigstens 100 L, S st
6618	18 15·0	−16 13	!!!, B, eL, eiF
6620	18h 15m·6	−26° 53′	○, stell
6624	18 17·3	−30 24	⊕, vB, pL, R, rrr, st 16
6626	18 18·4	−24 55	!, ⊕, vB, L, R, [illegible]M, rrr, st 14 ... 16
6629	18 19·6	−23 15	○ oder ⊕, pB, cS, R
6634	18 23·4	−33 29	Neb ohne Sterne
6638	18 24·8	−25 34	⊕, B, S, R, rr
6637	18 24·8	−32 25	⊕, B, L, R, rrr, st 14 .. 16
6642	18 25·8	−23 32	⊕, pB, pL, iR, gpmbM, rrr, st 16
6644	18 26·4	−25 12	○, stell
6645	18 26·9	−16 58	Cl, pL, vRi, pC, st 11 .. [illegible]
6647	18 27·4	−17 24	Cl, L, Ri, lC, st [illegible]
6652	18 29·2	−33 4	B, S, lE, rrr, st 15
6656	18 30·3	−23 59	!!, ⊕, vB, vL, R, [illegible], vmC, st 11 ... 15
1290′	18 32·4	−24 12	—
6681	18 36·7	−32 23	⊕, B, pL, R, [illegible]M, st 14 ... 17
1292′	18 38·5	−27 55	stell, * 9 sf, Gasspectrum
6678	18 42·1	−26 1	Cl, cL, st vF, vermuthet
6715	18 48·7	−30 36	⊕, vB, L, R, gvmbM, rrr st 15
6716	18 48·7	−20 1	Cl, pRi, st 9 ... 15
6717	18 49·1	−22 49	F, S, rr, Cl + neb
6723	18 52·8	−36 46	⊕, vL, viE, [illegible]M, rrr, st 14 ... 16
6737	18 56·3	−18 41	Cl, pL, pRi, R, st 12 .. 15
1297′	19 10·5	−39 47	Stell, Gasspectrum
6774	19 10·9	−16 27	Cl, vL, [illegible]
6794	19 21·1	−39 5	eF, pS, R, [illegible]M
6797	19 22·9	−25 52	Neb, * 9 att f
6805	19 30·0	−38 46	eF, R, [illegible]M
6806	19 30·1	−42 31	eF, vS, * 14 att
6809	19 33·7	−31 10	⊕, pB, L, R, vRi, vgbM, st 12 ... 15
6816	19 37·8	−28 47	eF, pS, R, [illegible]M, * [illegible]
6818	19 38·3	−14 24	○, B, vS, R
6822	19 39·3	−15 1	vF, L, E, [illegible]
1308′	19 39·4	−14 58	eF, eS, iE, [illegible]M
6835	19 49·0	−12 50	F, pL, mE
6836	19 49·1	−12 57	vF, pL, R, [illegible]
6841	19 52·5	−32 5	vF, S, R, [illegible]M
6849	19 54·5	−40 29	pF, S, R, vS * [illegible]
1309′	19 57·3	−17 31	F, vS, R, [illegible]
6878	20 6·9	−44 50	vF, pL, R, [illegible]M
6890	20 11·3	−45 7	pF, S, R, [illegible]M

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
X Sagittarii .	$17^h41^m16^s$	−27°47′·6	4	6	1870 Aug. 16 + 7^d·01185 *E*
W „ .	17 58 38	−29 35·1	4·8	5·8	1866 Sept. 4 + 7^d·59460 *E*
RS „ .	18 10 59	−34 8·5	6·4	7·5	Min. 1871 Sept. 5^d 16^h 0^m + + 2^d 9^h 58^m·6 *E*, Algoltypus
Y „ .	18 15 30	−18 54·3	5·8	6·6	1886 Sept. 25 + 5^d·7732 *E*
RV „ .	18 21 21	−33 22·9	8·2	12·3	1889 Juli 31 + 316^d *E*
U „ .	18 26 0	−19 11·7	7·0	8·3	1870 Juli 1 + 6^d·7446 *E*
RW „ .	19 8 4	−19 1·8	9·7	11·1	
RX „ .	19 8 42	−18 58·8	9·9	13·3	
T „ .	19 10 28	−17 8·7	7·6—8·1	< 11	1895 Juli 9 + 384^d *E*
R „ .	19 10 49	−19 29·0	7·0—8·0	12·5	1866 Juli 18 + 258^d·7 *E* + + 20 *sin* (10° *E* + 330°)
S „ .	19 13 35	−19 12·4	9·1—10·4	14·5	1866 Sept. 25 + 230^d·6 *E*, periodische Ungleichmässigkeit
Z „ .	19 13 47	−21 6·6	8·5	< 12	1888 Aug. 15 + 452^d *E*
RR „ .	19 49 43	−29 27·2	7·5	< 12·5	1891 Sept. 26 + 338^d *E*
RU „ .	19 51 50	−42 6·9	8	12·6	
RT „ .	20 11 6	−39 25·2	7·5	< 11·0	1895 Juli 5 + 311^d *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$17^h57^m15^s$	−22°53′·1	8·3	*O*	25	$18^h18^m10^s$	−19°26′·8	7·8	*G*
2	18 0 47	−22 3·2	8·4	*G*	26	18 18 22	−19 51·6	8·6	*G*
3	18 1 37	−22 5·0	8·9	*G*	27	18 18 43	−19 46·7	8·0	*GR*
4	18 1 41	−21 52·1	8·7	*RG*	28	18 19 24	−20 35·8	5·4	*G*
5	18 1 45	−28 28·2	5·1	*R*	29	18 21 50	−25 28·6	2·7	*R*
6	18 2 30	−21 15·7	7·8		30	18 22 10	−21 17·7	8·7	*R*
7	18 5 39	−23 43·3	5·7	*R*	31	18 22 40	−19 50·5	8·8	*GR*
8	18 7 9	−18 57·8	9	*OR*	32	18 25 29	−21 19·3	8·5	*R*
9	18 7 46	−19 15·8	9·5	*R*	33	18 25 32	−18 20·0	*var*	*R*?, *V* Sagittarii
10	18 7 47	−21 4·6	4·0	*G*					
11	18 7 54	−19 6·8	—	*R*	34	18 25 36	−17 28·9	9·1	*R*
12	18 8 3	−19 8·4	9·3	*R*	35	18 26 0	−19 11·7	*var*	*GR*, *U* Sagittarii
13	18 8 16	−21 44·5	6·3	*G*					
14	18 9 14	−20 45·6	5·8	*R*	36	18 27 28	−33 5·5	5·6	*R*
15	18 9 34	−18 57·2	8·7	*R*	37	18 27 47	−24 6·5	5·9	*R*
16	18 9 42	−19 59·8	9·1	*R*	38	18 29 30	−19 20·8	7·0	*OG*
17	18 10 2	−20 2·7	9·2	*OR*	39	18 29 38	−29 46·7	6·9	*R*
18	18 10 50	−36 47·4	3·3	*R*	40	18 37 0	−19 23·1	6·5	*OR*
19	18 11 23	−17 24·5	6·0	*F*	41	18 38 37	−35 57·7	7·0	*R*
20	18 11 49	−27 4·6	5·1	*R*	42	18 40 19	−22 29·8	6·2	*R*
21	18 12 30	−18 17·6	—	*RR*	43	18 42 13	−16 53·2	7·4	*OG*
22	18 14 24	−15 52·3	5·7	*R*	44	18 46 16	−29 30·1	6·5	*R*
23	18 14 36	−29 52·3	2·8	*R*	45	18 48 8	−22 52·2	6·0	*G*
24	18 16 2	−16 22·3	7·8	*O*	46	18 49 5	−22 47·8	6·2	*R*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
47	18h 49m 8s	−16° 39'·0	8·2	R²	68	19h 28m 35s	−16° 35'·5	7·2	[illegible]
48	18 55 36	−22 50·0	6·5	O?	69	19 31 15	−18 27·2	5·4	[illegible]
49	18 56 21	−24 59·1	6·1	R	70	19 35 0	−16 31·3	5·5	R
50	18 57 42	−22 51·5	8·5	R	71	19 37 24	−14 27·5	8·6	[illegible]
51	18 58 41	−21 53·3	4·2	R	72	19 40 32	−20 0·0	5·0	R
52	19 0 41	−27 49·0	3·6	R	73	19 41 24	−17 13·4	7·0	[illegible]
53	19 1 11	−28 47·6	6·5	R	74	19 43 17	−12 33·8	6·5	[illegible]
54	19 6 14	−14 45·1	6·8	O R¹	75	19 46 10	−13 17·5	6·3	R
55	19 7 5	−26 4·8	6·3	R	76	19 50 49	−27 26·2	4·6	R
56	19 7 40	−12 27·0	5·9	R	77	19 53 23	−34 58·1	5·8	R
57	19 8 15	−30 0·4	7·0	F	78	19 53 30	−37 58·6	6·2	R
58	19 8 34	−12 15·1	8·2	G R	79	19 55 26	−23 1·1	5·9	R
59	19 10 28	−17 8·7	var	R², T Sagittarii	80	19 55 30	−14 12·5	7·5	G
					81	19 56 22	−13 54·9	5·8	G
60	19 10 49	−19 29·0	var	R, R Sagittarii	82	19 56 33	−27 58·4	4·7	R
					83	19 56 56	−38 18·0	5·0	R
61	19 11 49	−19 8·0	5·6	R	84	19 57 51	−32 20·3	5·4	R
62	19 12 32	−19 14·9	var	R	85	19 59 12	−33 17·1	6·6	R
63	19 13 22	−15 42·5	6·0	R	86	19 59 40	−16 39·4	8·0	[illegible]
64	19 13 26	−16 5·6	6·8	O R	87	20 4 33	−36 20·8	5·7	R
65	19 17 13	−43 55·0	6·6	R	88	20 5 33	−43 4·7	6·4	R
66	19 20 22	−21 58·4	5·5	R	89	20 19 8	−41 7·6	6·3	R
67	19 28 33	−24 4·4	6·9	R					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	−10°	−20°	−30°	−40°	−45°	α	Δδ
17h 30m	+33s	+36s	+39s	+42s	+44s	17h 30m	−0'·4
18 0	+33	+36	+39	+42	+44	18 0	0·0
18 30	+33	+36	+39	+42	+44	18 30	+0·4
19 0	+33	+36	+38	+42	+44	19 0	+0·8
19 30	+33	+35	+38	+41	+43	19 30	+1·3
20 0	+33	+35	+38	+41	+43	20 0	+1·6
20 30	+33	+35	+37	+40	+42	20 30	+2·0

Scorpius. (Der Scorpion.) PTOLEMAI'sches Sternbild im Thierkreise, am südlichen Himmel, mit einer Fülle von hellen Sternen, worunter besonders der rote Antares (α Scorpii) auffällig ist.

Die Grenzen sind:

Von 15h 55m, — 8°, Stundenkreis bis — 20°, Parallel bis 15h 40m, Stundenkreis bis — 29°, Parallel bis 16h 0m, Stundenkreis bis — 42°, Parallel bis 16h 25m, Stundenkreis bis — 45°, Parallel bis 17h 50m, Stundenkreis bis — 40°, Parallel bis 16h 45m, Stundenkreis bis — 25°, Parallel bis 16h 15m, Stundenkreis bis — 8°, Parallel bis 15h 55m.

Nach der Uranometrie weist das Sternbild auf: 3 Sterne 1ter bis 2ter Grösse, 4 Sterne 2ter bis 3ter Grösse, 6 Sterne 3ter Grösse, 8 Sterne 4ter Grösse,

15 Sterne 5ter Grösse, 66 Sterne 6ter Grösse, 3 Sternhaufen resp. Nebel, somit im Ganzen 105 dem blossen Auge sichtbare Objecte.

Scorpius grenzt im Norden an Ophiuchus, im Osten an Sagittarius und Corona australis, im Süden an Ara und Norma, im Westen an Lupus und Libra.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6478	*h* 4807	8	15h 41m·7	—20° 56′	6764	*h* 1292	9	16h 32m·4	—25° 2′
—	β 36	5·5	15 47·6	—25 1	6763	*h* 4875	10	16 32·4	—27 34
—	β 622	6	15 52·8	—25 49	6770	*h* 4878	9	16 34·0	—27 48
6546	Σ′ 1760	8·4	15 53·3	—19 40	6777	Δ 207	8	16 35·9	—42 15
6561	*h* 4826	10	15 55·8	—29 26	6791	*h* 4883	—	16 37·5	—42 13
—	β 37	9	15 56·4	—24 18	—	β 1116	6·7	16 38·1	—27 16
—	β 38	7	15 56·8	—24 44	6815	Δ 209	7	16 41·4	—36 42
6588	Σ′ 1773	2·0	15 59·6	—19 32	6818	*h* 4887	9	16 41·9	—28 33
—	β 947	2·0	15 59·6	—19 32	6820	*h* 1294	7	16 42·1	—24 21
6591	*h* 4831	6	16 0·7	—36 29	6828	*h* 4889	6	16 44·2	—37 20
6593	*h* 4832	10	16 1·0	—33 35	6832	*h* 1295	11	16 45·8	—26 29
—	β 39	6	16 2·0	—12 29	6833	*h* 1296	—	16 45·9	—26 29
6602	*Br.* 5613	6·5	16 3·2	—32 23	6835	*h* 4891	10	16 46·3	—24 32
6600	Δ 199	7	16 3·3	—38 48	6836	*h* 4892	8	16 47·0	—41 39
6605	*h* 4834	9	16 3·6	—27 52	6844	*h* 4895	9	16 47·7	—28 46
6609	*h* 4836	8	16 4·9	—34 36	6841	*h* 4893	—	16 47·9:	—41 41
—	β 40	8	16 5·7	—27 18	6850	*h* 4898	9	16 49·6	—26 30
6619	*h* 4839	7	16 6·1	—28 10	6857	*h* 4902	8	16 51·6	—27 27
6621	Σ′ 1786	3·2	16 6·2	—19 13	6858	*h* 4903	9	16 51·8	—30 2
6624	*h* 1288	10	16 7·0	—16 29	6865	*h* 4907	8	16 53·9	—24 4
6644	*h* 4840	9	16 10·9	—34 34	6866	*h* 1297	10	16 54·0	—25 39
6656	*Br.* 5685	7	16 13·2	—30 40	6868	*h* 4908	10	16 55·2	—39 35
6662	Σ′ 1804	7·5	16 14·2	—19 49	6872	*h* 4910	11	16 55·7	—35 34
6666	Σ′ 1806	8·0	16 14·6	—19 53	6886	*h* 4915	9	16 58·0	—37 45
6664	*h* 4843	7	16 15·0	—33 6	6903	*h* 4918	9	17 1·6	—42 33
6668	*Hh* 505	3·3	16 15·1	—25 22	6913	*h* 4921	9	17 3·0	—31 33
6677	*h* 4847	10	16 16·6	—30 50	6936	*h* 4926	7	17 7·5	—39 39
6675	*h* 4845	7	16 16·8	—41 1	6943	*h* 4928	9	17 9·4	—38 33
6679	*h* 4848	7	16 17·5	—32 59	6962	*h* 4935	—	17 12·0	—34 53
6683	*h* 4850	7	16 18·4	—29 28	—	β 416	6·0	17 12·0	—34 52
6686	*h* 4852	10	16 19·2	—37 40	6974	*h* 4947	8	17 14·4	—31 44
6707	Σ′ 1819	1·5	16 23·3	—26 13	—	β 127	8	17 14·6	—27 14
6711	*h* 312	—	16 24·4	—41 37	7013	Δ 217	7	17 21·7	—43 53
6714	*h* 4859	10	16 24·6	—28 7	7034	*h* 4958	10	17 25·0	—40 32
6736	Δ 204	6	16 28·6	—35 32	7042	Δ 218	3	17 26·8	—37 2
6754	*h* 4869	—	16 31·3	—30 45	7052	*h* 4962	6	17 28·2	—32 31
6746	*h* 4867	7	16 31·4	—43 12	7054	*h* 4963	8	17 29·5	—41 52
6761	*h* 4872	10	16 32·1	—27 37	7065	*h* 4966	9	17 31·6	—34 57
6760	*h* 4870	6	16 32·4	—37 1	—	β 1123	7·4	17 46·6	—34 42

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5998	15h 43m·4	−28° 18′	Cl, pL, pRi, st 13? S
6000	15 43·6	−29 5	vF, S, R, sbM
6072	16 6·4	−35 59	pF, R, vgvlbM, r
6082	16 9·1	−33 59	eF, S, E, lbM
1203′	16 9·3	−22 5	—
6093	16 11·1	−22 44	!!, ⊕, vB, L, vmbM, rrr, st 14
1207′	16 13·2	−29 24	—
6121	16 17·5	−26 17	Cl, 8 bis 10 B st, rrr
1624	16 18·7	−40 26	Cl, B, L, pRi, lCM, st 9 . . . 11
6139	16 20·9	−38 37	B, pL, R, psbM, rr
6144	16 21·2	−25 49	Cl, cL, mC, gbM, rrr
6153	16 24·6	−40 2	⊙, stell
6169	16 26·9	−43 50	Cl, μ Normae inv
6192	16 33·3	−43 10	Cl, pL, pRi, iR, st 11 . . 14
6216	16 42·2	−44 33	Cl, pS, pRi, pC, st 12 . . 15
6222	16 43·6	−44 33	Cl, vL, vRi, lbM, st 12 . . . 13
6227	16 44·7	−41 3	Cl, eL, cRi (Milchstr.)
6231	16 47·1	−41 38	Cl, B, cL, pRi, st 10 . . 13
6242	16 48·8	−39 20	Cl, B, L, Ri, st 8 . . . 11
6249	16 50·5	−44 37	Cl, pRi, vlC, iF, st L, S
6256	16 52·8	−36 57	⊕, vF, vL, iR, vgbM, rrr
6259	16 53·5	−44 31	!, Cl, vL, vRi, st 11 . .
6266	16 54·9	−29 58	!, ⊕, vB, L, gmbM, rrr, st 14 . . . 16
6268	16 55·2	−39 35	Cl, B, pL, cRi, st 10 . . .
6281	16 58·0	−37 45	Cl, L, pRi, lC, st 9 . . . 11
6302	17 7·0	−36 59	pB, Epf (dreifach ?)

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6318	17h 10m·8	−39° 20′	Cl, pL, [illegible], st 12 . . 14
6322	17 11·6	−42 46	Cl, vL, pRi, lC ([illegible] des [illegible] *)
6334	17 13·7	−35 58	F, vL, [illegible]
6335	17 14·1	−30 3	[illegible]
6354	17 17·8	−38 26	eF, S
6357	17 18·1	−34 5	F, L, E, [illegible]
6374	17 25·6	−32 31	Cl, S, P, [illegible]
6380	17 27·5	−39 0	eF, pS, [illegible]
6383	17 28·2	−32 31	Cl, st 13, [illegible]
6388	17 29·0	−44 40	⊕, [illegible], rrr, st [illegible]
6396	17 31·5	−34 56	Cl, pL, [illegible]
6400	17 32·7	−36 53	Cl, pL, pRi, [illegible] . . 10
6404	17 33·1	−33 11	[illegible]
6405	17 33·5	−32 9	Cl, L, iR, lC, st 7, 10 .
6415	17 37·7±	−34 58	Nebl. Theil d. Milchstr.
6416	17 37·8	−32 18	Cl, vL, Ri, [illegible]
6421	17 39·1	−33 39	Cl, vL, pRi, st 8 . . 12
6425	17 40·5	−31 39	Cl, pS, [illegible] . . . 12
6437	17 42·3	−35 24	Cl, F, eL, [illegible]
6441	17 43·4	−37 1	⊕, vF, pL, [illegible], rrr, st 15
6444	17 43·6	−34 50	Cl, vL, vRi, st 12 . . [illegible]
6451	17 44·3	−30 11	Cl, pL, pRi, [illegible]
6453	17 44·7	−34 36	eL, iF, [illegible]
6455	17 45·8	−35 22	Cl, vvL, [illegible]
6475	17 47·3	−34 47	Cl, vB, pRi, [illegible] . . . 12
6480	17 48·2	−30 25	Nebl. Theil d. Milchstr.

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
Z Scorpii . .	16h 0m 8s	−21° 27′·7	9·0—9·5	12?	1873 Mai 13 + 370d E
X „ . .	16 2 40	−21 15·6	10	< 13	1876 Apr. 19 + 199d·0 E
W „ . .	16 5 55	−19 52·6	10—11·2	< 14·7	1876 Mai 26 + [illegible] E
T „ . .	16 11 5	−22 43·6	7·0	< 12	Neuer Stern vom Jahre 1860.
R „ . .	16 11 41	−22 41·9	9·4—10·5	< 13	1863 März 25 + 224d·5 E periodische Unregelmässigkeiten.
S „ . .	16 11 42	−22 39·0	9·1—10·5	< 13	1837 Juni 1 + 176d·7 E
U „ . .	16 16 45	−17 38·5	9?	< 12	Nur eine Erscheinung bekannt
Y „ . .	16 23 49	−19 13·3	10?	14	1876 Juni 26 + [illegible] E
RS „ . .	16 48 22	−44 56·3	7·0	11·4	1889 Juni 9 + [illegible] E
RR „ . .	16 50 15	−30 25·3	6·7—7·7	9·3—10·0	1887 Juni 23 + [illegible] E
RV „ . .	16 51 47	−33 27·2	6·8	7·6	6d 15
RT „ . .	16 56 48	−36 40	9·2	12·9	Neuer Stern vom Jahre 1863.
RW „ . .	17 8 18	−33 19	9·4	14·1	1890 Febr. 1 + 387d E
RU „ . .	17 35 6	−43 42	9·3	12·7	1889 Aug. 4 + [illegible] E

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$15^h 48^m 58^s$	−20° 31′·4	8·3	*R*	14	$16^h 47^m 33^s$	−42° 11′·2	3·6	*R*
2	15 50 31	−20 29·4	8·2	*R*'	15	16 48 47	−39 20·2	7·0	*R*
3	15 52 35	−24 32·3	6·1	*R*	16	16 50 40	−33 5·7	6·0	*R*
4	16 1 34	−20 36·0	5·0	*R*	17	17 7 23	−39 38·8	7·0	*R*
5	16 2 1	−26 3·4	6·0	*R*	18	17 8 47	−33 25·9	5·8	*R*
6	16 4 51	−29 9·0	5·8	*R*	19	17 16 8	−37 7·2	6·5	*R*
7	16 8 19	−11 35·0	5·8	*G*	20	17 25 13	−33 37·2	6·6	*R*
8	16 14 39	−23 55·6	5·1	*R*	21	17 29 39	−38 33·7	4·7	*R*
9	16 15 8	−25 21·4	3·4	*R*	22	17 30 8	−42 56·0	2·1	*R*
10	16 29 42	−35 2·7	4·4	*F*	23	17 36 5	−36 53·6	6·2	*RR*
11	16 39 58	−39 11·6	6·0	*R*	24	17 36 35	−33 0·2	6·7	*R*
12	16 43 41	−34 6·7	2·3	*R*	25	17 43 40	−42 17·9	7·0	*R*
13	16 46 56	−42 11·6	5·8	*F*	26	17 50 40	−41 42·1	5·3	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	0°	−10°	−20°	−30°	−40°	−45°	α	Δδ
$15^h 30^m$	$+31^s$	$+33^s$	$+35^s$	$+37^s$	$+40^s$	$+42^s$	$15^h 30^m$	−2′·0
16 0	+31	+33	+35	+38	+41	+43	16 0	−1·6
16 30	+31	+33	+35	+38	+41	+43	16 30	−1·3
17 0	+31	+33	+36	+38	+42	+44	17 0	−0·8
17 30	+31	+33	+36	+39	+42	+44	17 30	−0·4
18 0	+31	+33	+36	+39	+42	+44	18 0	0·0

Sculptor. (Der Bildhauer.) Von LACAILLE eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel, eigentlich »*Apparatus sculptoris*«, die Bildhauerwerkstatt.

Die einfachen Grenzen sind nach der Uranometrie:

Von $23^h 0^m$, − 25°, Stundenkreis bis − 37°, Parallel bis $23^h 20^m$, Stundenkreis bis − 40°, Parallel bis $1^h 35^m$, Stundenkreis bis − 25° und Parallel bis $23^h 0^m$.

An Sternen, welche dem blossen Auge sichtbar sind, enthält das Sternbild: 2 Sterne 4ter Grösse, 10 Sterne 5ter Grösse, 46 Sterne 6ter Grösse, 1 Veränderlichen, zusammen 49 Sterne.

Sculptor grenzt im Norden an Aquarius und Cetus, im Osten an Fornax, im Süden an Phoenix, im Westen an Grus und Piscis austrinus.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 1011	7·2	$22^h 57^m·0$	−36° 58′	9980	*h* 5393	9	$23^h 13^m·0$	−25° 34′
9923	*h* 5386	10	23 5·5	−25 51	10078	*h* 3199	8	23 26·9	−27 16
9976	*h* 5391	9	23 11·9	−36 33	10091	*h* 5404	10	23 29·6	−29 54

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
10095	h 5405	10	23 30·1	—37° 26′	222	h 1991	8	0ʰ 33ᵐ·9	[illegible]
—	β 775	6·5	23 31·8	—32 25	223	h 1992	7·8	0 33·9	[illegible]
10126	h 5412	9	23 34·2	—31 12	237	h 3384	9	0 35·9	[illegible]
10153	h 3209	9·10	23 38·2	—29 14	279	h 3396	9	0 41·3	[illegible]
10158	h 5417	6	23 39·2	—26 49	293	h 3399	9	0 44·3	[illegible]
10183	β 1013	5·0	23 43·7	—28 41	300	h 3401	9	0 45·5	[illegible]
10190	h 5423	6	23 44·6	—25 54	317	h 3407	10	0 49·2	[illegible]
10214	h 5429	7	23 48·6	—29 58	352	h 3410	9	0 55·8	[illegible]
10219	Br. 7342	7	23 49·0	—27 36	357	h 3411	9	0 57·2	[illegible]
10226	Δ 253	6	23 49·9	—28 1	—	β 735	7·0	0 59·9	—34 [illegible]
10249	h 3228	9·10	23 53·1	—28 30	384	h 2014	8·9	1 0·9	[illegible]
10270	h 5440	8	23 57·4	—27 43	395	h 3419	11	1 2·4	[illegible]
10306	h 3239	9	0 1·2	—25 56	473	h 3425	11	1 14·4	[illegible]
—	β 391	6·0	0 4·2	—28 32	—	β 1229	8·1	1 14·7	[illegible]
44	h 3354	9	0 9·8	—36 36	488	h 2040	11	1 16·9	[illegible]
45	h 3355	9	0 9·8	—38 10	497	h 3432	9	1 18·1	[illegible]
47	h 3356	15	0 10·1	—39 46	519	h 3436	7	1 22·5	[illegible]
79	h 1949	7	0 13·5	—28 31	535	h 3441	15	1 24·5	[illegible]
134	h 3367	10	0 22·6	—32 32	545	h 3442	6	1 27·6	[illegible]
181	h 3042	9·10	0 27·7	—25 56	573	h 3447	6	1 31·5	[illegible]
193	h 3377	8	0 29·1	—26 39	575	h 3448	8	1 31·7	[illegible]
212	h 3379	9	0 31·7	—27 58	599	h 3452	7	1 35·2	—37 [illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7484	23ʰ 1ᵐ·6	—36° 48′	*pB, S, R, lbM,* * 8·9 *att s*	115	0ʰ 21ᵐ·8	—34° 14′	*vF, pL, lE,* [illegible]
7494	23 3·6	—24 54	*eF, vS, stell*	131	0 24·7	—33 49	*F, pL,* [illegible]
7498	23 4·6	—24 57	*vF, S, iR*	134	0 25·5	—33 49	*vB, L,* [illegible] * 10 [illegible]
7507	23 6·7	—29 5	*pB, cS, R, psvmbM,* * 10 *np*	148	0 28·4	—32 21	*vB, S,* [illegible]
7513	23 7·8	—28 54	*vF, pL, E, gbM*	150	0 28·8	—28 22	*pF, pS, R*
1475′	23 8·7	—28 58	*Neb* *	174	0 32·0	—30 1	*eF, S,* [illegible]
7636	23 17·2	—29 50	*eF, S, R, sbM*	253	0 42·6	—26 50	[illegible] *vB, vL,* [illegible]
7645	23 18·4	—29 56	*vF, S, R, glbM*				
7658	23 21·0	—39 47	*D, eF, S, R, 4 st p*	254	0 42·6	—31 58	*vB, pS,* [illegible]
7713	23 31·1	—38 0	*pB, L, E, vgbM*	264	0 43·6	—38 47	*F, S, R,* [illegible]
7749	23 40·6	—30 4	*vF, S, R, gmbM,* * 12 *f*	288	0 47·8	—27 18	⊙, *F, L,* [illegible]
7755	23 42·7	—31 4	*B, cL, R, psmbM*	289	0 47·9	—31 45	*vB, L,* [illegible]
7793	23 53·4	—33 7	Wie ein Komet	300	0 50·3	—38 14	*pF, vL,* [illegible]
7812	23 57·8	—34 48	*vF, S, R, am st*	314	0 52·1	—32 30	*eF, vS, R,* [illegible]
7	0 3·3	—30 28	*cF, cL, mE, vgvlbM*	334	0 54·1	—35 40	*vF, S, R,* [illegible]
10	0 3·5	—34 25	*F, cL, vlE, glbM*	365	0 59·6	—35 41	*F, S, R,* [illegible]
24	0 4·8	—25 32	*vF, cL, mE, gbM*	378	1 1·4	—30 43	*vF, S, R,* [illegible]
55	0 10·0	—39 46	*vB, vL, vmE, triN*	409	1 5·0	—36 19	*eF, S, R,* [illegible]
101	0 18·9	—33 6	*pB, pL, lE,* * 14 *f*	415	1 5·5	—36 2	*vF, S, R,* [illegible]

Nummer des DREYER-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
418	1h 5m·9	−30° 45′	*F, pL, R, vglbM*
423	1 6·6	−29 46	*eF, S, E, glbM*
424	1 6·8	−38 37	*vF, S, R, glbM*
427	1 7·6	−32 37	3 *vS st* mit *Neb (?)*
438	1 9·0	−38 26	*pF, S, R, glbM*
439	1 9·1	−32 17	*pB, S, R, gbM*
441	1 9·2	−32 20	*pF, S, R, gbM*
461	1 12·8	−33 53	*pB, R, glbM* (1° ?)
491	1 16·7	−34 36	*B, S, vlE, bM, vS * nr*
534	1 20·2	−38 40	*eeF, S, R, vgbM*
544	1 20·7	−38 36	*eeF, S, R, vgbM*
546	1 20·7	−38 35	*eeF, S, R, vgbM*
549	1 20·9	−88 32	*eeF, S, R, vgbM*
568	1 23·4	−36 24	*vF, S, R*
572	1h 24m·1	−39° 50′	*eF, S, att S *, B * nr*
574	1 24·6	−36 7	*vS, D* pos* 225° *inv*
597	1 27·7	−34 1	*F, S, R, bM*
612	1 29·5	−37 1	*F, vS, R, ** 12 *p*
613	1 29·6	−29 55	*vB, vL, vmE* 118°, *sbM, ** 10 *nf*
619	1 30·4	−37 0	*eeF, vS, R*
623	1 30·6	−37 0	*F, S, R*
626	1 30·9	−39 39	*pF, S, R, bM*
630	1 31·2	−39 51	*pF, S, R, bM*
633	1 31·9	−37 50	*pB, S, R, gbM,* : *np*
639	1 34·4	−30 26	*vF, vS*
642	1 34·5	−30 25	*vF, pS, R, gbM, * f nr*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
V Sculptoris	0h 3m 39s	−39° 50′·7	8·9	< 12.1	1890 Sept. 30 + 295d *E*
S „	0 10 19	−32 36·1	6·5	10·0	1846 Oct. 3 + 183d *E?*
T „	0 24 17	−38 27·7	8·6	10·0	
U „	1 6 50	−30 38·8	8·7	< 12·5	1895 Nov. 2 + 280d *E?*
R „	1 22 22	−33 3·5	5·7—7·5	7·6—8·0	207d ? periodisch irregulär.

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	23h 51m 58s	−27° 11′·3	6·4	*F*
2	23 54 20	−30 2·9	5·8	*R*
3	0 3 0	−34 5·6	5·7	*R*
4	0h 6m 32s	−28° 21′·9	5·4	*R*
5	1 24 59	−26 8·1	6·6	*F*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−20°	−30°	−40°	α	
23h 0m	+32s	+33s	+34s	23h 0m	+3′·2
23 30	+32	+32	+32	23 30	+3·3
0 0	+31	+31	+31	0 0	+3·4
0 30	+30	+30	+30	0 30	+3·3
1 0	+30	+29	+28	1 0	+3·2
1 30	+29	+28	+27	1 30	+3·1
2 0	+29	+27	+25	2 0	+2·9

Scutum Sobiesii. (Der Schild des SOBIESKI.) Von HEVEL eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel mit den folgenden Grenzen:

Von $18^h\ 15^m$, $-4°$, Stundenkreis bis $-16°$, Parallel bis $18^h\ 50^m$, Stundenkreis bis $-4°$, Parallel bis $18^h\ 15^m$.

HEIS sieht mit blossem Auge: 1 Stern 4ter Grösse, 5 Sterne 5ter Grösse, 4 Sterne 6ter Grösse, 1 Variablen, zusammen 11 Sterne.

Scutum Sobiesii grenzt im Norden an Serpens und Aquila, im Osten an Aquila, im Süden an Sagittarius, im Westen an Serpens.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7358	*h* 857	8	$18^h\ 12^m·0$	$-7°\ 20'$	—	β 135	7	$18^h\ 32^m·4$	[illegible]
7369	*Schj.* 22	8	18 14·5	−5 1	7496	Σ 2350	5	18 34·[illegible]	[illegible]
7370	Σ 2303	7·8	18 14·6	−8 2	—	β 967	8·0	18 35·2	[illegible]
7380	Σ 2306	7·8	18 16·5	−15 9	7518	Σ 2131	5	18 36·8	[illegible]
—	β 1252	8·4	18 17·0	−11 55	—	β 1254	8·2	18 40·0	[illegible]
7393	Σ 2313	7·8	18 19·4	−6 39	7545	Σ 2373	7	18 40·3	−10 [illegible]
7403	*h* 5496	6	18 21·7	−8 6	7581	Σ 2391	6	18 43·3	−6 [illegible]
7415	*h* 5497	13	18 22·8	−10 17	7583	Σ 2388	8	18 43·5	−8 [illegible]
7431	Σ 2325	6	18 25·9	−10 52	7592	*Hh* 582	—	18 44·1	[illegible]
—	β 247	8	18 26·7	−9 26	7596	*Hh* 581	—	18 44·3	[illegible]
	β 419	8·0	18 26·8	−7 54	7605	*h* 868	—	18 45·1	[illegible]
7446	*h* 5498	13	18 27·6	−8 49	7610	*Secchi*	—	18 45·8	[illegible]
—	β 642	9·0	18 27·9	−10 28	7617	Σ 2405	8	18 46·7	−7 [illegible]
7459	Σ 2337	8	18 29·2	−14 47	7628	*h* 5503	6	18 48·0	−15 [illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6604	$18^h\ 12^m·5$	$-12°\ 16'$	*Cl, lRi, lC*	6683	$18^h\ 36^m·8$	$-6°\ 19'$	*Cl*, [illegible] Milchstr.
6625	18 17·6	−12 5	*Cl, lC, lRi, st* 11 . . 12				
6631	18 21·6	−12 5	*Cl, pL, pRi, st* 12 . . 15	6694	18 39·7	−9 50	*Cl, L, pRi*, [illegible]
6639	18 25·3	−13 14	*Cl* (in der Milchstrasse)	6704	18 45·5	−5 19	*Cl*, [illegible]
1287'	18 25·9	−10 52	* 5·5 in *L, E neb*	6705	18 45·7	−6 23	*Cl*, [illegible]
6649	18 27·9	−10 28	*Cl, P, lC, pS, st* 9, 12 . . 13				
6655	18 29·5	−6 3	*pF, vS, E*	6712	18 47·6	−8 50	⊕ *pF*, [illegible]
6664	18 31·3	−8 18	*Cl, L, pRi, vlC*				
6682	18 36·3	−4 51	*Cl, L, Ri, st* 10 . . . 18	1295'	18 49·2	−8 55	*pF*, [illegible]

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Scuti . .	$18^h\ 42^m\ 9^s$	$-5°\ 48'·7$	4·7—5·7	6·0—9·0	$71^d·1$ grosse Unregelmässigkeiten

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α (1900·0)	δ (1900·0)	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α (1900·0)	δ (1900·0)	Grösse	Farbe
1	$18^h 27^m 0^s$	$-14° 56'·3$	5·8	*G*	8	$18^h 36^m 55^s$	$-11° 12'·4$	8·5	*GR*
2	18 27 47	− 5 13·5	7·0	*OR*"	9	18 39 18	− 6 37·8	7·0	*RG*
3	18 29 46	− 8 18·9	4·2	*GW*	10	18 39 21	− 6 44·3	8·8	*R*
4	18 30 45	− 6 49·2	7·0	*G*	11	18 39 43	−12 41·3	7·8	*R*[2]
5	18 31 39	− 7 41·1	9·0	*RR*	12	18 39 58	−12 41·6	6·7	*GR*
6	18 33 13	−13 51·8	8·2	*R*[2]	13	18 42 9	− 5 48·7	*var*	*OG*, *R* Scuti
7	18 33 20	−15 7·5	7·7	*RG*	14	18 44 20	− 6 1·4	6·8	*G*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	0°	−10°	−20°	α	
$18^h 0^m$	$+31^s$	$+33^s$	$+36^s$	$18^h 0^m$	0'·0
18 30	+31	+33	+36	18 30	+0·4
19 0	+31	+33	+36	19 0	+0·8

Sextans. (Der Sextant.) Von Hevel eingeführtes Sternbild, am Aequator liegend, doch hauptsächlich südlich von demselben.

Die Uranometrie giebt die folgenden Grenzen:

Von $9^h 35^m$, $-11°$, Stundenkreis bis $+7°$, Parallel bis $10^h 45^m$, Stundenkreis bis $-11°$, Parallel bis $9^h 35^m$.

Mit blossem Auge sichtbar sind: 4 Sterne 5ter Grösse, 22 Sterne 6ter Grösse, also zusammen 26 Sterne.

Sextans grenzt im Norden an Leo, im Osten an Leo und Crater, im Süden und Westen an Hydra.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α (1900·0)	δ (1900·0)	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α (1900·0)	δ (1900·0)
4253	Σ 1377	8	$9^h 38^m·3$	$+3° 5'$	4376	*h* 827	11	$9^h 57^m·8$	$-2° 25'$
4266	*h* 141	9	9 40·2	+ 4 37	4378	*h* 1174	10	9 58·2	+ 2 32
4272	*h* 143	15	9 41·5	− 4 47	4382	*h* 3320	11·12	9 58·7	+ 2 19
4276	*h* 822	9	9 42·3	− 2 11	4384	Σ 1404	9	9 59·2	− 1 12
4283	*h* 823	9	9 42·6	− 7 51	4392	*h* 150	13	9 59·9	− 5 10
4314	*h* 4256	5	9 47·6	− 7 37	4402	*h* 1175	11	10 1·2	+ 4 28
4320	Σ' 1160	6·6	9 48·9	+ 5 26	4403	*h* 829	10	10 1·3	− 3 35
4331	*h* 146	10	9 50·4	− 4 19	4407	*h* 152	—	10 2·1	+ 6 5
4344	Σ 1401	8·9	9 52·5	+ 4 44	4416	Σ 1412	8	10 4·5	+ 3 40
4347	*h* 147	10	9 53·3	− 1 6	4418	*h* 153	11	10 5·0	− 1 27
4348	*h* 3317	10	9 53·5	+ 0 2	4442	*h* 154	11	10 9·4	− 0 41
4352	*h* 148	10	9 54·7	− 2 58	4458	*h* 157	10	10 12·0	− 2 55
4354	Σ 1401	8·9	9 55·0	+ 6 44	4468	*h* 2527	11·12	10 13·9	+ 7 51
4362	*h* 149	—	9 55·8	+ 5 30	4473	*h* 5479	9	10 14·5	+ 0 33
4374	*h* 826	9·10	9 57·4	− 9 22	4477	Σ 1426	7·8	10 15·3	+ 6 56

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 25	8	10h 16m·7	— 9° 16′	4564	h 164	11	10h 28m·2	— 6° 25′
4484	*Schj.* 14	8	10 16·8	— 9 16	4581	Σ 1452	8·9	10 30·6	+ 3 4
4490	Σ′ 1201	7·0	10 18·1	+ 6 12	4596	h 2540	9·10	10 32·4	+ 5 [illegible]
4499	h 2530	7	10 19·0	+ 2 53	4599	h 834	9	10 32·6	— 9 12
4507	h 160	12	10 20·1	— 3 49	4602	Σ 1456	8	10 33·2	+ 1 46
4509	h 1177	10	10 20·6	+ 3 43	4604	h 835	9·10	10 33·3	+ 5 53
4514	Σ 1433	9	10 21·2	— 3 30	4606	Σ 1457	8	10 33·5	+ 6 15
4522	OΣ 218	7·8	10 22·4	+ 4 4	4630	Σ 1464	7	10 37·1	+ 0 15
4523	h 1179	10	10 22·7	+ 0 31	4638	Σ 1466	7	10 38·2	+ 5 16
4535	h 833	9	10 24·3	— 0 35	4665	Σ 1470	8·9	10 41·2	— 5 14
4538	Σ 1440	8	10 24·8	— 3 24	4693	Σ 1476	7·8	10 44·2	— 3 [illegible]
4544	Σ 1441	6	10 26·0	— 7 7	4695	h 838	6	10 45·3	— 8 22
4547	h 2533	10	10 26·5	+ 3 6	4699	h 169	13	10 45·9	— 3 39
—	β 1073	7·0	10 27·5	— 5 33	—	β 111	9·5	10 46·2	— 8 34
4556	Σ 1445	9	10 27·6	— 0 21	4704	Σ 1482	8	10 47·0	+ 8 [illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2948	9h 33m·7	+ 7° 25′	*vF, pL, vgbM*	3023	9h 44m·7	+ 1° 5′	*pF, pL, iR, lbM, dif*
549′	9 35·5	+ 4 26	*vF, S, iF, bM*	566′	9 44·8	+ 0 14	*vF, vS, R, bM*
2960	9 35·5	+ 4 3	*vF, R, gbM*	3029	9 45·4	— 7 28	*pF, pS, R*
550′	9 35·5	— 6 30	*F, eS, stell*	3035	9 46·9	— 6 21	*pF, pL, R, sev vF st inv*
551′	9 35·7	+ 7 23	*F, vS, R, N* = 13 *m*				
2962	9 35·7	+ 5 37	*F, vS, vlE, psbM*	3039	9 47·3	+ 2 37	*vF, S, iR*
553′	9 35·8	— 4 59	*vF, vS, R, dif*	3042	9 48·2	+ 1 10	*pB, S, vlE, gbM*
2966	9 36·9	+ 5 8	*vF** in *vF, lE neb, F* p*	3044	9 48·5	+ 2 3	*vF, vL, vmE* 122°
2967	9 36·9	+ 0 47	*pF, pL, R, vglbM*	3047	9 49·3	— 0 49	*vF, S, R*
2969	9 37·0	— 8 8	*vF, pS, iR, vglbM*	574′	9 49·5	— 6 29	*pB, S, R, mbM,* * 12
2974	9 37·5	— 3 5	*B, eS, iR, bM,* * *sp* 40″	3050	9 49·5	— 9 55	*vF, pS, vlE, gbMN*
2978	9 38·1	— 9 19	*eF, S, R*	575′	9 49·6	— 6 23	*F, S, R, gbM*
2979	9 38·2	— 9 56	*pF, pS, vlE, psbM*	3055	9 50·1	+ 4 45	*F, pL, vlE, vgbM, rr,* * 7 *f* 92″
2980	9 38·3	— 9 9	*vF, pS, lE* 0°, *vglbM*				
2987	9 40·5	+ 5 24	*eF, S, iF, sev vF st inv*	3062	9 51·4	+ 1 55	*vF, vS, alm stell*
560′	9 40·7	+ 0 10	*F, S, dif,* * 10 nahe	3064	9 51·5	— 5 54	*eF, vS, E* 45°
561′	9 40·8	+ 3 36	*pF, dif*	3083	9 54·7	— 2 24	*eF, S, E*
2990	9 41·0	+ 6 11	*F, pS, lE* 90°	586′	9 54·8	— 6 26	*F, vS*
562′	9 41·0	— 3 31	*vF, pL, Ens, gbM*	587′	9 55·0	— 1 59	*F, pL, R*
563′	9 41·1	+ 3 30	*pB, S, dif, gbM*	3086	9 55·1	— 2 30	*eF, S, iR*
564′	9 41·2	+ 3 32	*pB, pL, Epf*	3090	9 55·4	— 2 29	*vF, vS*
3007	9 42·8	— 5 58	*eF, S, iR, lbM, r*	3092	9 55·7	— 2 34	*eF, S*
3014	9 44·1	— 4 15	*eF, pL*	3093	9 55·8	— 2 29	*eF, vS*
3015	9 44·3	+ 1 38	*F, vS, alm stell*	3101	9 56·5	— 2 31	*eF*
3017	9 44·3	— 2 24	*eF, vS,* * 11 *np* 3′	588′	9 56·9	+ 3 32	*F, S, R*
3018	9 44·5	+ 1 5	*eF, vS, bM*	3110	9 59·0	— 5 58	*F, vS, iF,* *
3022	9 44·7	— 4 42	*F, R, vglbM*	589′	9 59·4	— 5 12	*vF, vS, bM*

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3115	10h 0m·3	−7° 14'	vB, L, vmE 46°, vgsmbMEN
590'	10 0·7	+1 7	F, dif, neb ** ?
3117	10 1·0	+3 24	vF, vS, R, S * inv
3122	10 1·4	−6 3	F, S, lE, er
3123	10 1·9	+0 34	Neb
592'	10 2·9	−2 1	F, S, R, dif
593'	10 3·2	−2 3	F, S, R, gbM
594'	10 3·4	−0 11	F, S, R, gbM, r
3142	10 5·2	−8 0	F, R
597'	10 5·2	−6 24	F, vS, R
3156	10 7·5	+3 38	F, eS, R, psbM, * 9·10 sf 2'
3165	10 8·1	+3 53	vF, mE 0°
599'	10 8·2	−5 8	pF, S, vlbM
3166	10 8·6	+3 55	B, pS, R, psmbM
3169	10 9·1	+3 58	B, pL, vlE, pgmbM, * 11, 78°, 80"
600'	10 12·1	−3 0	F, pS, R, gbM
603'	10 14·4	−5 9	F, vS, R, N = 13·5
605'	10 17·3	+1 43	F, S, R, gbM
3229	10 18·3	+0 34	F
608'	10 19·3	−5 32	F, S, R
609'	10 20·5	−1 42	F, pL, R
3243	10 21·1	−2 8	vF, S, lE, bet 2 st
3246	10 21·5	+4 22	eF, S, R, 2 st △, * 6 300°, 8'
614'	10 21·8	−2 57	vF, dif
621'	10 28·2	+3 10	F, S, R

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3292	10h 30m·1	−5° 39'	vF, vS, lE
623'	10 30·1	+4 4	F, S, R
624'	10 31·2	−7 49	F, vS, R
626'	10 31·9	−6 30	F, S, R, r
627'	10 32·2	−2 50	F, S, r
628'	10 32·4	+6 7	vF, vS, iF
630'	10 33·5	−6 39	F, eS, stell, * 9·5 sp 1'·5
3322	10 33·8	−10 51	F, iF, * p
631'	10 34·0	−6 32	vF, vS, dif
632'	10 34·1	+0 6	F, S, R, gbM
3325	10 34·2	+0 19	F, vS, vS * inv
3326	10 34·3	+5 38	vF, eS, stell
633'	10 34·3	+0 8	vF, vS, R, SN
634'	10 35·7	+6 31	vF, S, r
3337	10 36·6	+5 31	eF, vS, alm stell
636'	10 36·7	+4 51	vF, vS, r
3339	10 37·1	+0 10	eF, stell
3340	10 37·2	+0 9	F, S, R
3341	10 37·3	+5 34	vF, vS
3360	10 39·5±	−10 55	2 schwache Nebel
3361	10 39·5±	−10 55	der folgende heller
3365	10 41·1	+2 19	eF, L, eE 159°, vgvlbM
3375	10 42·0	−9 25	F, S, R, gmbM
3376	10 42·3	+6 35	vF, S
3385	10 43·0	+5 27	vF, S, R
3386	10 43·0	+5 32	vF, S, lE, bM
3387	10 43·0	+5 31	eF, eS
645'	10 45·1	−5 31	F, S, R

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Sextantis . .	9h37m46s	−7°38'·7	9·7	10·6	Veränderlichkeit zweifelhaft.

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	9h39m26s	+3°48'·7	7·5	G	7	10h20m45s	−6°33'·5	6·0	F
2	9 40 54	+7 9·8	5·8	G	8	10 21 32	−0 28·8	7·0	G
3	9 48 28	+6 26·3	6·5	G	9	10 29 58	+2 43·2	7·0	G
4	10 2 25	+1 24·3	7·5	G	10	10 35 56	−0 3·3	8·5	F
5	10 2 47	−7 8·3	6·8	OR'	11	10 43 35	−1 26·5	6·5	RG
6	10 5 57	−7 55·2	6·0	G					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

$\Delta\alpha$ in Secunden $\qquad$ $\Delta\delta$ in Minuten.

α \ δ	$-10°$	$0°$	$+10°$	α	
$9^h\ 30^m$	$+30^s$	$+31^s$	$+32^s$	$9^h\ 30^m$	$-2'{\cdot}6$
10 0	+30	+31	+32	10 0	−2·9
10 30	+30	+31	+32	10 30	−3·1
11 0	+30	+31	+32	11 0	−3·2

Taurus. (Der Stier.) Sternbild im PTOLEMÄI'schen Thierkreise am nördlichen Himmel, ausgezeichnet durch die herrlichen Sterngruppen der Plejaden und Hyaden.

Die Grenzen sind die folgenden:

Von $3^h\ 0^m$, $+10°$, Parallel bis $3^h\ 15^m$, Stundenkreis bis $0°$, Aequator bis $4^h\ 32^m$, Stundenkreis bis $+16°$, Parallel bis $5^h\ 20^m$, Stundenkreis bis $+14°$, Parallel bis $5^h\ 48^m$, Stundenkreis bis $+23°$, Parallel bis $5^h\ 52^m$, Stundenkreis bis $+28°$, Parallel bis $5^h\ 20^m$, Stundenkreis bis $+30°$, Parallel bis $3^h\ 20^m$, Stundenkreis bis $+13°$, Parallel bis $3^h\ 0^m$, Stundenkreis bis $+10°$.

HEIS verzeichnet, als mit blossem Auge sichtbar: 1 Stern 1ter Grösse, 1 Stern 2ter Grösse, 2 Sterne 3ter Grösse, 15 Sterne 4ter Grösse, 28 Sterne 5ter Grösse, 140 Sterne 6ter Grösse, 1 Veränderlichen, zusammen 188 Sterne.

Taurus grenzt im Norden an Perseus und Auriga, im Osten an Gemini und Orion, im Süden an Eridanus, im Westen an Cetus und Aries.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 1039	7·0	$3^h\ 12^m{\cdot}0$	$+7°\ 17'$	—	β 533	7·0	$3^h\ 29^m{\cdot}4$	+31° [illegible]
1238	σ 21	3·6	3 19·4	+8 41	—	β 1040	8·0	3 30·0	+29 [illegible]
1247	Σ 393	8·9	3 21·2	+1 23	1300	Hh 92	—	3 30·5	+18 [illegible]
1262	h 3247	12	3 24·1	+16 44	1299	Σ 420	8·9	3 30·6	+23 [illegible]
1263	Σ 399	8	3 24·7	+19 46	1302	h 2195	10	3 30·9	+5 52
1266	Σ' 344	8·0	3 25·0	+27 24	1303	h 2196	10	3 31·2	+5 54
1269	Σ 401	6·7	3 25·3	+27 14	1304	σ 98	—	3 31·5	+18 14
1276	Σ 406	7	3 25·5	+4 49	1308	Σ 422	6	3 31·6	[illegible]
1271	Σ 403	8	3 25·5	−19 27	1305	h 3249	13	3 31·6	[illegible]
1273	Σ 404	8	3 25·6	+21 30	1311	h 664	10	3 32·3	[illegible]
1274	Σ 405	8	3 25·6	+21 30	1312	Σ 423	7	3 32·6	+9 [illegible]
1282	h 2194	10	3 26·2	+1 12	1315	OΣ 60	7	3 33·1	+24 [illegible]
1283	Σ 409	7	3 26·8	+11 6	1320	h 3250	7	3 33·7	+15 [illegible]
1277	h 3248	10·11	3 26·8	+14 2	1323	Σ 427	6·7	3 34·5	[illegible] 27
1285	Σ' 351	7·7	3 27·5	+23 2	1329	Σ 430	6	3 35·2	+4 [illegible]
1288	Σ 412	7	3 28·5	+24 8	1326	Σ 429	8	3 35·3	[illegible]
1289	OΣ 58	7	3 28·7	+19 3	1328	h 2199	9·10	3 35·4	[illegible]
1291	Σ 414	8	3 28·7	+19 30	1343	OΣ 61	7	3 37·4	[illegible]
1295	Σ 416	8·9	3 29·1	+19 30	1441	Σ 438	8·9	3 37·6	[illegible]
1292	Σ 415	8·9	3 29·2	+26 32	—	β 535	4·0	3 38·0	+31 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 1041	7·0	3h 38m·4	+27° 30′	1488	Σ 491	8	4h 0m·4	+10° 42′
1354	Σ′ 371	4·0	3 38·9	+23 48	1493	S 443	—	4 1·1	+14 7
1355	Σ 442	8	3 39·1	+22 23	1495	Σ 493	8·9	4 1·4	+ 5 26
1357	Σ′ 372	5·0	3 39·2	+24 10	1496	h 2221	11	4 1·5	+ 3 8
1359	Σ 444	8	3 39·9	+22 51	1499	Σ 495	6	4 2·0	+14 54
1362	σ 105	—	3 40·2	+23 43	1502	h 2222	11	4 2·1	+ 5 6
—	β 536	8·5	3 40·3	+23 53	1500	OΣ 72	6·7	4 2·2	+17 5
1368	h 2204	6	3 40·3	+ 5 44	—	β 309	8·0	4 2·5	+19 28
1363	S.C.C. 140	—	3 40·4	+23 39	—	β 1232	8·4	4 2·7	+28 55
1366	h 3252	10·11	3 40·5	+16 51	1507	h 2223	9·10	4 2·7	+ 1 4
—	β 537	8·5	3 41·1	+24 32	1506	Σ 494	8	4 2·9	+22 50
1375	h 2205	10	3 41·4	+ 3 7	1508	Σ 497	8	4 3·1	+ 8 11
1373	Σ 450	8	3 41·4	+23 36	1509	Σ 499	9	4 3·7	+23 49
1374	Σ′ 380	3·0	3 41·5	+23 48	1514	Σ 502	8	4 5·1	+26 15
1372	Σ 449	8·9	3 41·5	+24 21	1521	OΣ 74	7	4 6·8	+ 9 23
—	β 538	10	3 41·5	+23 48	1526	Σ 510	6·7	4 7·0	+ 0 28
—	β 1184	8·1	3 42·4	+22 4	1533	Σ 515	8	4 8·2	+ 2 37
—	β 1105	9·3	3 42·6	+23 53	—	β 547	5	4 8·5	+ 9 1
1380	Σ 452	4	3 42·8	+10 50	1541	h 3254	9·10	4 9·7	+16 26
1381	Σ 453	5	3 43·2	+23 45	—	β 86	9	4 9·8	+23 16
1386	Σ 456	8	3 43·4	+ 1 18	1546	OΣ^2 45	6·7	4 10·2	+ 5 58
1382	OΣ^2 40	7	3 43·4	+24 6	1549	Σ 517	7·8	4 10·9	+ 0 12
1384	Σ 458	8·9	3 43·6	+18 0	1556	Σ 520	8	4 12·3	+22 34
1389	Σ 458	9	3 43·9	+17 59	—	β 1234	8·3	4 13·1	+21 4
1387	OΣ 64	7	3 44·0	+23 33	1561	h 3255	11	4 13·2	+14 51
1391	Σ 457	8·9	3 44·1	+22 22	1564	Σ 523	7	4 13·8	+23 40
—	β 1106	11·5	3 44·2	+23 55	1570	OΣ^2 49	7	4 13·8	+ 1 30
1392	OΣ 65	6·7	3 44·3	+25 16	1572	h 675	12	4 14·1	+ 6 8
1397	h 666	6	3 44·3	+ 9 6	1571	OΣ 79	7	4 14·2	+16 17
1396	Σ 459	8	3 44·8	+29 22	1567	Σ′ 423	5·0	4 14·2	+27 7
1404	h 3253	9·10	3 46·1	+25 56	1569	S.C.C. 159	4·0	4 15·1	+15 24
1410	h 2210	12	3 46·4	+ 5 15	1581	h 2226	10	4 15·5	+ 6 14
1412	Σ 463	8·9	3 46·6	+ 0 3	—	β 310	8·0	4 15·7	+39 42
1430	h 2213	11	3 48·8	+ 2 58	—	β 87	7	4 16·5	+20 32
1432	OΣ^2 41	7	3 49·3	+ 4 53	1584	Σ 528	5·6	4 16·5	+25 24
—	β 540	8	3 49·6	+31 51	1600	Σ 535	7	4 16·7	+11 8
—	β 85	8·5	3 49·7	+17 21	1602	OΣ 82	7	4 18·0	+14 49
—	β 263	8·5	3 50·1	+32 54	1598	Σ 534	6·7	4 18·0	+25 4
1447	Σ 473	8	3 52·5	+ 9 21	—	β 123	8·4	4 18·5	+22 31
1455	Σ 478	8	3 54·4	+11 16	1609	Σ 541	9·10	4 19·4	+22 2
1459	Σ 479	7·8	3 55·0	+22 55	1608	Hh 116	4·6	4 19·4	+22 4
1461	h 5459	9	3 55·2	+ 8 38	1610	h 343	8·9	4 19·6	+28 41
1466	h 2218	11	3 56·0	+ 4 52	1615	Hh 117	5·0	4 19·7	+17 42
1463	Σ 481	7	3 56·1	+27 51	—	β 1185	7·8	4 20·0	+18 38
1467	OΣ 70	6	3 56·3	+ 9 43	1622	h 677	10	4 20·2	+ 1 4
1472	Σ 487	8	3 56·3	+10 46	1621	h 2230	9	4 20·2	+ 2 8
1469	Σ 482	8	3 56·8	+21 51	1624	h 3256	11	4 20·6	+14 46
1476	Hh 105	—	3 58·2	+23 10	1626	Σ 546	8	4 21·2	+18 54
—	β 544	6	3 58·4	+23 50	1628	Σ 545	7·8	4 21·3	+17 59
—	β 1005	8·5	4 0·2	+28 40	1632	h 678	10	4 21·4	+ 8 29

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 1186	6·8	4h 22m·0	+10° 59'	1928	Σ 654	5	5h 3m·5	+27° [illegible]
1635	Σ 549	7·8	4 22·4	+ 9 48	1942	h 3268	10	5 4·9	+16 [illegible]
1637	Σ' 445	8·5	4 22·6	+ 9 51	1948	h 3269	9	5 6·3	+16 [illegible]
1639	S.C.C. 163	4·0	4 22·8	+15 45	1954	h 359	9	5 8·0	+27 [illegible]
1642	h 2233	10	4 23·1	+ 4 42	1978	Σ 665	8·5	5 9·8	+19 [illegible]
1643	h 3258	11	4 23·6	+15 26	1976	Σ 662	7·8	5 10·0	+25 [illegible]
1648	Σ 544	8	4 24·4	+15 26	1988	Σ 670	8	5 10·9	[illegible]
1652	Σ 556	8	4 24·6	+ 5 3	1989	Σ 671	7	5 11·3	[illegible]
1656	h 679	8·9	4 25·7	+ 6 35	1994	Σ 672	8	5 11·4	+16 [illegible]
1667	M D XI. 2	—	4 27·5	+ 6 40	1997	Σ 674	6·7	5 11·6	[illegible]
1668	Σ 559	7	4 27·7	+ 7 49	2011	Σ 680	6·7	5 13·3	[illegible]
1674	h 5461	6	4 28·4	+28 46	2010	Σ 679	8·9	5 13·4	+25 [illegible]
1678	Σ 562	7	4 28·8	+22 30	2019	Σ 683	8	5 14·1	+25 4
1686	OΣ² 52	4	4 30·1	+ 9 57	2023	h 696	9	5 14·6	+27 [illegible]
1684	Σ' 455	1	4 30·2	+16 18	2025	Σ 686	8	5 14·8	+23 [illegible]
—	β 550	1	4 30·2	+16 18	2050	Σ 694	8	5 17·9	+24 [illegible]
1688	OΣ 86	7·8	4 30·6	+19 34	2056	h 364	10	5 18·2	+22 3
1693	OΣ 87	7	4 30·7	+ 8 59	2060	Σ' 566	5·5	5 18·6	+17 [illegible]
1692	Σ 569	8·9	4 30·7	+ 9 0	2070	Σ' 569	2·0	5 20·0	[illegible]
1690	Σ 567	8·9	4 30·7	+19 16	2085	h 3273	10·11	5 20·9	+15 [illegible]
1703	Σ 572	7	1 32·3	+26 45	2089	Hh 173	5·7	5 21·6	+21 [illegible]
—	β 1044	9·0	4 34·1	+16 19	2103	Σ 716	6	5 23·1	+25 4
1714	h 346	6	4 35·0	+28 25	2109	OΣ 108	6·7	5 23·5	+18 17
1717	h 347	9	4 35·7	+28 27	2111	h 3274	11	5 23·9	+18 [illegible]
1720	Σ 579	8·9	4 35·7	+22 33	2113	β 891	7·0	5 24·0	+18 [illegible]
1723	OΣ² 54	5	4 36·2	+22 46	2134	h 704	10	5 26·1	+28 14
1746	h 3259	10	4 39·7	+27 9	2138	Σ 730	7	5 26·4	+16 [illegible]
1758	Σ 593	8·9	4 41·2	+21 12	2143	Σ 733	8·9	5 27·4	+15 [illegible]
1768	Σ 598	8	4 42·8	+17 38	2164	Σ 740	8·9	5 30·4	+21 [illegible]
1796	Σ 607	8·9	4 47·0	+25 18	2165	Σ 742	8	5 30·4	+21 [illegible]
1802	Σ' 483	7·0	4 47·5	+25 13	2175	h 3276	10·11	5 31·8	+17 [illegible]
—	β 1237	8·0	4 47·7	+23 23	2182	Σ 749	7	5 32·2	+26 34
1807	Σ 611	8·9	4 48·4	+21 33	2197	Σ 759	8	5 33·0	+17 42
1812	h 688	11	4 49·3	+27 58	2195	Σ 755	8	5 33·1	+23 14
1820	h 3263	11	4 49·8	+16 44	2202	h 3277	9·10	5 33·6	+17 [illegible]
1833	h 2245	9	4 51·3	+20 21	2219	Σ 766	7	5 34·6	+15 [illegible]
—	β 1045	6·0	4 51·7	+23 48	2224	Σ 767	8·9	5 35·3	+17 [illegible]
1838	h 353	10	4 52·5	+29 9	2227	OΣ 114	7	5 35·5	+16 [illegible]
1850	Σ 623	7	4 53·6	+27 11	2228	Σ 770	8·9	5 35·7	+19 [illegible]
—	β 1238	8·1	4 55·0	+26 23	2230	Σ 771	8·9	5 35·9	+19 [illegible]
1861	Σ' 502	7·5	4 55·5	+26 32	2232	Σ 772	8	5 36·1	+21 [illegible]
1869	h 354	10	4 56·9	+29 13	2236	h 707	10	5 36·6	+26 [illegible]
1883	h 690	9	4 58·4	+28 58	2239	Σ 776	8	5 36·9	+25 [illegible]
1897	OΣ 95	6·7	4 59·6	+19 15	2242	Σ 777	8·9	5 37·3	+22 11
1910	h 357	9	5 0·3	+29 0	2257	OΣ 115	—	5 37·8	+15 [illegible]
1903	OΣ 97	6·7	5 0·5	+22 58	2246	Σ 779	8	5 38·1	+27 [illegible]
1913	Σ' 518	6·0	5 1·0	+24 8	2262	Σ 785	7·8	5 39·7	+25 [illegible]
1911	h 3267	8·9	5 1·3	+16 42	2265	h Mm 783	—	5 39·9	+17 [illegible]
1916	Hh 147	6·0	5 2·0	+21 34	2264	Σ 787	8	5 40·0	+21 [illegible]
1926	OΣ² 61	6·7	5 3·3	+29 40	2262	Σ 786	7	5 40·1	+20 [illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ
—	β 91	8	5h 41m·4	+20° 54′	2302	h 711	10	5h 44m·8	+28° 16′
—	β 892	8·9	5 41·8	+17 42	2315	Σ 806	8	5 45·3	+17 53
2272	OΣ² 66	7	5 41·8	+24 39	2312	Σ 805	8	5 45·5	+28 26
—	β 92	9	5 42·2	+21 4	2325	σ 209	6	5 46·6	+14 9
2282	h 372	10	5 42·3	+23 39	—	β 1054	6·0	5 47·2	+27 35
2285	OΣ 118	7	5 42·4	+20 50	2327	Σ 813	8·9	5 47·3	+18 56
—	β 93	9	5 42·9	+21 1	2343	h 373	9	5 49·6	+23 16

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ	Beschreibung des Objects
1236	3h 6m·0	+10° 25′	*eF, vS, R*	363′	4h 13m·7	+ 2° 48′	*eF,* * 9 *nf* 3′
1312	3 18·5	+ 0 51	*F*	364′	4 13·9	+ 2 57	*vF, vS, R, sbM*
322′	3 20·8	+ 3 19	*vF, pL, vlbM, diffic*	365′	4 14·0	+ 3 7	*pB, S, iF, sbM*
1349	3 26·1	+ 4 1	*eeF, S, R, bet* 2 *st*	366′	4 14·4	+ 2 7	*eF*
329′	3 26·9	— 0 3	*F, vS, R, lbM*	1550	4 14·4	+ 2 10	*vF, S, R,* * 13 *nr*
330′	3 27·0	+ 0 2	*F, vS, R, lbM*	1551	4 14·4	+ 1 10	*F, vS, R* (= 1550 ?)
331′	3 27·2	— 0 3	* 13 in *neb*	1554	4 15·9	+19 17	*!!!, S, R, Nn* = * 13, *var*
332′	3 27·5	+ 1 3	*F, vS, R, sbM*	1555	4 16·1	+19 17	*!!!, vF, S, var*
336′	3 32 ±	+22 —	*vF, eeL, v dif*	1587	4 25·5	+ 0 27	*F, pS, R, r*
338′	3 32·4	+ 2 20	*vF, S, dif, vF* * nahe	1588	4 25·6	+ 0 27	*F, vS, R, r*
1384	3 33·6	+15 31	*Neb* * 13	1589	4 25·6	+ 0 39	*F, pL, lE* 132°, * 42°, 80″
341′	3 35 ±	+21 38 ±	*vF, eeL, v dif*				
1431	3 39·5	+ 2 31	*eF, pL, iR*	1590	4 25·8	+ 7 25	*F, S,* * 12 *nf*
1435	3 40·2	+23 28	*vF, vL, dif* (Merope)	1593	4 26·0	+ 0 21	*vF*
349′	3 40·3	+23 27	*eF, vS,* 36″ von Merope	374′	4 26·8	+16 25	*F, S, R, mbM*
1456	3 42·2	+22 15	*D* * 10 mit nebl. Begl.	1608	4 27·3	+ 0 30	*pF, cS,* * 12 *n* 2′
1462	3 45·0	+ 6 39	*vF, S, vlE*	1615	4 30·2	+19 45	*vF, vS, R, lbM, vS* * *inv*
353′	3 47 ±	+25 38 ±	*vF, eeL, v dif*	1647	4 40·2	+18 53	*Cl, vL, st L, sc*
354′	3 47 ±	+22 —	*vF, eeL, v dif*	1655	4 41·3	+20 45	*pB, R, gbM,* * 10 *s*
355′	3 48·0	+19 43	*vF, S, R, dif*	1674	4 46·4	+23 44	2 *F neb* im Gesichtsfeld
1474	3 49·1	+10 16	*vF, S, R*	1746	4 57·6	+23 40	*Cl, P*
1488	3 54·3	+18 17	* 12 *inv* in *Neb*	1750	4 57·7	+23 30	*Cl, st L, sc*
1497	3 56·2	+22 51	*eF, vS, iR, mbM*	1758	4 58·4	+23 38	*Cl, pC, st L, S*
357′	3 57·9	+21 53	*F, S, R, N* = 13 *m*	1802	5 4·2	+23 58	*Cl, st c sc*
358′	3 57·9	+19 38	*vS, dif, lbM*	1807	5 4·9	+16 24	*Cl, pRi, st L, S*
1508	3 59·8	+25 8	*vF, vS, R, bM, r*	1817	5 6·3	+16 35	*Cl, L, Ri, lC, st* 11 . . 14
1517	4 3·8	+ 8 23	*vF, vS, R, r,* * 9 *sf*	1896	5 19·7	+20 4	*Cl, vL, Ri, vlC, st* 9 . . 12
359′	4 7·3	+27 27	*eeF, pL, R*	1952	5 28·5	+21 57	*vB, vL, E* 135° ±, *vglbM, r*
360′	4 8 ±	+25 46	*vF, eeL, v dif*				
1539	4 11·9	+26 31	*vF, vS, gbM*	1988	5 31·5	+21 9	*!!!, var* (?)
1541	4 11·9	+ 0 34	*vF, S*	1996	5 32·0	+25 46	*Cl, L, lC, lRi*
1542	4 12·0	+ 4 32	*vF, S, E*	2026	5 37·2	+20 4	*Cl, lRi, lC, st pL*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode. Bemerkungen
X Tauri .	3h 47m 50s	+ 7° 28'·8	6·6	8·1	
λ " .	3 55 8	+12 12·5	3·4	4·2	Min. 1887 Dec. 6d 11h 57m + 3d 22h 52m·2 *E* Algoltypus
T " .	4 16 10	+19 17·8	9·2—11·5	12·8—<13·5	irregulär
W " .	4 22 15	+15 49·2	8·0—8·8	12·2	irregulär periodisch
R " .	4 22 49	+ 9 56·4	7·4—9·2	12·4—13·5	1862 Mai 1 + [illegible] *E*
S " .	4 23 43	+ 9 43·5	9·3—10·0	< 13·5	1860 Febr. 14 + 37[illegible]
V " .	4 46 15	+17 22·1	8·3—9·4	13·5	1872 Sept. 13 + 170d·1 *E* [illegible] dische Ungleichmässigkeit[illegible]

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	3h 0m 51s	+11° 16'·7	7·5	*RG*	33	4h 22m 38s	+16° 5'·4	8·7	*G*
2	3 19 25	+ 8 40·3	3·8	*R*	34	4 22 44	+16 5·9	5·0	*G*
3	3 24 59	+10 6·8	7·5	*G*	35	4 22 49	+ 9 56·4	var	*GR,*
4	3 29 11	+19 29·2	8·5	*R'*					*R* Tauri
5	3 29 21	+ 8 49·8	7·8	*GW*	36	4 23 43	+ 9 43·5	var	*R, S* Tauri
6	3 29 34	+18 35·1	7·0	*RG*	37	4 23 53	+18 41·6	7·5	*G*
7	3 36 6	+ 9 46·2	6·8	*WG*	38	4 24 22	+ 4 56·7	[illegible]	[illegible]
8	3 36 36	+14 28·3	8·8	*R*	39	4 24 22	+15 57·4	[illegible]	[illegible]
9	3 37 15	+ 8 20·1	7·2	*GW*	40	4 25 12	+23 8·3	7·4	[illegible]
10	3 41 40	+ 8 39·0	7·3	*G*	41	4 25 27	+14 53·3	7·3	[illegible]
11	3 42 8	+24 40·8	7·0	*ORR*	42	4 29 17	+16 59·4	7·0	*RG*
12	3 47 20	+14 4·8	7·5	*G*	43	4 30 10	+16 18·8	1·1	[illegible],
13	3 48 59	+13 28·0	7·5	*G*					α Tauri
14	3 49 51	+ 1 47·7	8·0	*G*	44	4 33 35	+16 32·4	8·8	*R*
15	3 53 12	+ 1 9·6	7·4	*RG*	45	4 41 50	+21 58·9	8·6	*R*
16	3 56 19	+ 9 43·1	5·8	*R*	46	4 45 15	+23 21·4	8·1	[illegible]
17	4 3 15	+ 9 49·4	6·5	*RG*	47	4 46 15	+17 22·1	var	*RG,*
18	4 8 17	+12 31·3	6·0	*G*					*V* Tauri
19	4 8 41	+14 17·7	7·5	*GR*	48	4 47 44	+18 54·3	7·8	*GR*
20	4 8 47	+14 22·4	8·5	*WG*	49	4 47 48	+22 36·7	9·2	*RR*
21	4 9 9	+ 9 45·6	5·7	*R*	50	4 48 19	+16 32·9	9·3	*R*
22	4 9 22	+23 51·3	8·7	*OR'*	51	4 52 0	+18 47·3	9·3	*OR*
23	4 15 7	+27 7·2	7·5	*R*	52	4 58 31	+23 30·9	8·5	*OR*
24	4 16 10	+19 17·8	var	*RG,*	53	5 20 55	+22 52·5	9·0	*R*
				T Tauri	54	5 21 14	+23 1·1	9·3	*R'*
25	4 16 32	+20 35·0	6·5	*R'*	55	5 24 14	+16 5·3	7·5	[illegible]
26	4 17 46	+22 43·2	8·0	*OR*	56	5 25 48	+18 10·0	7·4	[illegible]
27	4 18 10	+ 0 16·0	9·0	*O*	57	5 26 21	+18 31·2	4·4	*RG*
28	4 18 30	+12 44·7	7·4	*G*	58	5 28 39	+25 49·6	[illegible]	*R*
29	4 19 26	+ 4 28·6	9·0	—	59	5 29 31	+20 44·4	9·1	*R*
30	4 20 45	+ 4 8·7	7·2	*RG*	60	5 32 23	+24 56·6	9·5	*RR*
31	4 21 6	+16 48·6	7·2	*G*	61	5 33 10	+23 15·8	7·8	*OR*
32	4 22 15	+15 49·2	var	*RG,*	62	5 36 36	+18 56·8	7·3	*G*
				W Tauri	63	5 39 6	+24 22·6	8·5	*RR*

Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α	δ	Grösse	Farbe
	1900·0					1900·0			
64	$5^h\ 39^m\ 20^s$	+18° 39'·6	7·5	*G*	66	$5^h\ 40^m\ 46^s$	+21° 9'·8	8·8	*F*
65	5 39 42	+20 39·2	7·7	*RR*	67	5 53 2	+18 49·6	7·5	*G*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	0°	+10°	+20°	+30°	α	
$3^h\ 0^m$	$+31^s$	$+33^s$	$+34^s$	$+37^s$	$3^h\ 0^m$	+2'·3
3 30	+31	+33	+35	+37	3 30	+2·0
4 0	+31	+33	+35	+38	4 0	+1·6
4 30	+31	+33	+35	+38	4 30	+1·3
5 0	+31	+33	+36	+38	5 0	+0·8
5 30	+31	+33	+36	+39	5 30	+0·4
6 0	+31	+33	+36	+39	6 0	0·0

Telescopium. (Das Fernrohr.) Von LACAILLE eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel.

Die Grenzen bilden nach der Uranometrie:

Von $18^h\ 0^m$, — 57°, der Stundenkreis bis — 45° 30', der Parallel bis $20^h\ 20^m$, der Stundenkreis bis — 57° und der Parallel bis $18^h\ 0^m$.

In der Uranometrie sind angegeben: 1 Stern 3ter Grösse, 1 Stern 4ter Grösse, 6 Sterne 5ter Grösse, 31 Sterne 6ter Grösse, zusammen 39 mit blossem Auge erkennbare Sterne.

Telescopium grenzt im Norden an Corona australis und Sagittarius, im Osten an Indus, im Süden an Pavo, im Westen an Ara.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α	δ	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α	δ
			1900·0					1900·0	
7317	*h* 5031	9	$18^h\ 7^m·1$	−47° 24'	7495	*h* 5056	7	$18^h\ 36^m·4$	−55° 47'
7320	*h* 5033	8	18 7·8	−48 53	7504	*h* 5057	11	18 37·4	−54 3
7326	*h* 5034	9	18 8·7	−46 4	7526	*h* 5058	9	18 39·5	−50 58
7356	Δ 220	7	18 13·8	−55 37	7528	*h* 5059	7	18 39·7	−49 45
7371	*h* 5040	11	18 16·2	−48 19	7532	*h* 5060	8	18 40·5	−50 32
7376	*h* 5042	9	18 17·4	−45 59	7579	*h* 5067	10	18 45·0	−51 4
7375	*h* 5041	7	18 17·7	−53 42	7589	*h* 5068	9	18 45·9	−54 29
7400	*h* 5044	9	18 23·0	−55 36	7606	Δ 224	7	18 46·6	−47 23
7405	*h* 5045	7	18 23·4	−48 4	7672	*h* 5078	8	18 55·7	−45 51
7407	*h* 5046	10	18 23·6	−48 26	7674	*h* 5079	9	18 56·0	−48 22
7432	*h* 5047	6	18 27·3	−48 5	7681	*h* 5081	10	18 57·5	−53 56
7452	*h* 5049	7	18 29·9	−47 9	7720	*h* 5086	10	19 1·8	−54 30
7480	*h* 5054	9	18 34·9	−47 46	7727	*h* 5088	12	19 1·9	−49 47
7483	*h* 5053	6	18 35·0	−55 52	7728	*h* 5089	11	19 1·9	−49 44
7490	*h* 5055	9	18 35·2	−52 58	7725	*h* 5087	9	19 2·2	−54 18

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7748	Δ 225	7	19h 4m·5	−51° 58′	8147	h 5150	9	19h 44m·6	−51° [illegible]
7769	h 5092	8	19 6·5	−47 32	8145	Δ 227	7	19 44·7	−55 [illegible]
7802	h 5099	9	19 9·1	−50 10	8183	h 5447	10	19 48·4	−54 [illegible]
7804	h 5100	6	19 10·4	−56 19	8204	Δ 229	7	19 50·6	−52 [illegible]
7826	h 5104	9	19 13·1	−51 14	8225	h 5157	9	19 51·8	−46 [illegible]
7829	h 5105	9	19 13·2	−49 43	8241	h 5160	9	19 53·8	−46 [illegible]
7897	h 5114	6	19 19·8	−54 32	8287	h 5166	10	19 59·0	−47 [illegible]
7940	h 5121	10	19 24·6	−56 40	8326	h 5169	10	20 2·4	−46 [illegible]
7965	h 5125	9	19 25·6	−50 8	8358	h 5172	8	20 4·8	−47 [illegible]
8005	h 5129	9	19 30·1	−46 59	8361	h 5174	7	20 5·3	−50 [illegible]
8014	h 5130	8	19 31·8	−50 6	8396	h 5179	10	20 8·1	−46 [illegible]
8038	h 5135	9	19 34·8	−55 43	8429	h 5184	8	20 10·7	−46 [illegible]
8092	h 5142	11	19 39·4	−48 37	8445	h 5185	8	20 12·5	−5[illegible] [illegible]
8106	h 5143	10	19 40·6	−46 45	8459	h 5187	8	20 14·9	−54 [illegible]
8126	h 5146	9	19 42·8	−53 55	8498	h 5193	9	20 18·2	−57 [illegible]
8133	h 5148	7	19 43·0	−45 38					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6584	18h 10m·6	−52° 15′	⊕, cB, cL, R, gmbM, rrr, st 15	6850	19h 55m·6	−55° 7′	vF, S, R, [illegible]
				6851	19 56·3	−48 33	pF, S, vlE, [illegible]
6707	18 47·3	−53 56	F, S, vlE, gbM	6854	19 57·8	−54 39	F, S, vlE, gbM
6708	18 47·6	−53 51	pF, S, R, gpmbM	6855	19 58·8	−56 41	pF, S, R
6725	18 53·7	−54 4	cF, pL, R	6861	20 0·0	−48 39	F, S, cF, [illegible]
6754	19 3·7	−50 48	pF, pL, mE 23°, vglbM	6862	20 0·9	−56 41	F, S, lE, [illegible]
6758	19 5·6	−56 29	pB, S, R	6867	20 2·6	−55 4	eeF, L, pmE
6761	19 7·3	−50 49	vF, pS, iR	6868	20 2·6	−48 40	vF, S, R, [illegible]
6780	19 14·6	−55 58	vF, L, R, vglbM	6870	20 2·9	−48 35	cF, cS, E 90°, [illegible]
6788	19 17·8	−55 9	pB, S, mE, pslbM	6875	20 6·1	−46 27	F, vS, R, [illegible]
6799	19 24·1	−56 7	cF, vS, R, lbM, 3 vS st nr	6887	20 9·7	−53 6	pF, cL, pmE, [illegible]
6812	19 37·4	−55 35	pB, pS, pmE, glbM	6889	20 11·2	−54 16	vF, L, iR
6845	19 53·7	−47 21	vF, S, vlE, glbM	6893	20 13·6	−48 34	pF, S, R, [illegible]
6848	19 54·8	−56 22	cF, cL, R, vglbM, 2 st f	6899	20 17·0	−50 45	F, S, R, glbM, [illegible]

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Telescopii	20h 7m 42s	−47° 18′	8·4	11·6	

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	18h 3m 49s	−45° 58′·4	5·2	*R*	8	19h 4m 33s	−51° 58′·4	7·1	*R*
2	18 19 11	−53 41·5	6·7	*R*	9	19 19 47	−54 31·8	5·9	*F*
3	18 19 27	−48 10·5	6·2	*R*	10	19 42 50	−47 48·3	6·3	*R*
4	18 21 7	−49 7·5	4·5	*R*	11	19 59 45	−53 10·1	5·5	*F*
5	18 44 42	−52 13·4	5·7	*R*	12	20 6 45	−52 45·0	6·1	*R*
6	18 45 0	−46 42·6	5·9	*F*	13	20 11 48	−48 1·6	6·5	*R*
7	18 45 17	−52 3·1	6·9	*R*	14	20 12 44	−55 22·1	6·6	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−40°	−50°	−60°	α	
18h 0m	+42s	+47s	+54s	18h 0m	0′·0
18 30	+42	+47	+54	18 30	+0·4
19 0	+42	+46	+53	19 0	+0·8
19 30	+41	+46	+52	19 30	+1·3
20 0	+41	+45	+51	20 0	+1·6
20 30	+40	+44	+49	20 30	+2·0

Triangulum. (Das Dreieck.) Ptolemai'sches Sternbild am nördlichen Himmel, das sogenannte Nil-Delta darstellend.

Die Grenzen sind wie folgt gezogen:

Von 1h 29m, + 35° 30′, Stundenkreis bis + 26°, Parallel bis 2h 20m, Stundenkreis bis + 30°, Parallel bis 2h 28m, Stundenkreis bis + 37°, Parallel bis 2h 20m, Stundenkreis bis + 37° 30′, Parallel bis 1h 51m, Stundenkreis bis + 35° 30′, Parallel bis 1h 29m.

Heis erkennt mit blossem Auge: 1 Stern 3ter Grösse, 2 Sterne 4ter Grösse, 4 Sterne 5ter Grösse, 22 Sterne 6ter Grösse und 1 Nebel, somit 30 Objecte.

Triangulum grenzt im Norden an Andromeda, im Osten an Perseus, im Süden an Aries, im Westen an Pisces.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
561	Σ 137	8	1h 29m·8	+30° 47′	720	Σ 187	8·9	1h 51m·8	+31° 5′
637	Σ 158	8	1 41·0	+32 40	—	β 872	8·1	1 55·6	+32 50
645	Σ 161	12	1 42·0	+27 59	750	Σ 201	5	1 57·1	+32 49
659	Σ 164	11	1 43·4	+33 34	797	Σ 219	8	2 4·2	+32 52
—	β 1016	8·5	1 44·0	+32 35	814	Σ 227	5	2 6·6	+29 50
678	Σ 176	10	1 45·6	+28 11	820	Σ 229	8·9	2 8·0	+34 3
683	*h* 645	8	1 46·8	+30 58	826	Σ 232	7·8	2 8·9	+29 56
691	*S.C.C.* 71	3·6	1 47·4	+29 6	833	*Hh* 58	—	2 9·9	+33 57
704	Σ 183	6·7	1 49·4	+28 19	843	σ 66	5·4	2 10·8	+33 48

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
850	Σ' 214	7·5	2^h 11^m·5	+23° 19'	866	h 648	9·10	2^h 13^m·[illegible]	+32° [illegible]
851	Σ 239	7	2 11·6	+28 17	882	Σ 253	8	2 15·9	+23 [illegible]
852	Σ 240	7·8	2 11·6	+23 25	897	Σ 258	9	2 18·0	+33 4
860	Σ 246	7·8	2 12·6	+34 2	—	β 876	8·5	2 18·0	—33 4
863	h 1115	6	2 13·2	+28 11					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Sterns	Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Sterns
608	1^h 29^m·8	+33° 9'	vF, psbM, stell	785	1^h 55^m·9	+31° 21'	eF, eS, vF * att
614	1 30·2	+33 10	pF, psbM, stell	188'	1 56·3	+26 33	eeF, vS, R
616	1 30·4	+33 15	Neb D *, * 8 np	789	1 56·6	+31 35	vF, S, lE
*621	1 31·1	+35 0	vF, eS, R, bMN	793	1 57·0±	+31 32±	vvF, bet 2 st
*634	1 32·5	+34 51	eF, eS, F st inv	798	1 57·5	+31 36	eF, vS
*653	1 36·7	+35 8	vF, pL, mE, lbM, F st inv	804	1 58·6	+30 21	eeF, vS, R, bM
661	1 38·6	+28 11	F, S, R, bM, r	805	1 58·8	+28 20	cF, cS, R, 2 st 14 f
666	1 40·3	+33 53	vF, * in eF, eS neby	807	1 59·2	+28 31	vF, vS, iR, bet 2 st n, sp
*669	1 41·5	+35 4	pF, pL, mE, gbM	200'	2 1·6	+30 42	pB, pL, R, bM
670	1 41·8	+27 23	F, S, lE	816	2 2·4	+28 46	vF, vS, iF
672	1 42·2	+26 56	F, pL, mE 80°	819	2 2·8	+28 44	pF, vS, R, * 13 n
*679	1 44·2	+35 18	F, stell	826	2 3·6	+30 16	eF, S, R, bM
165'	1 44·6	+27 8	eF, S, lE, vF * f nahe	832	2 4·6	+35 4	F, vS, * 9 sp
684	1 44·6	+27 9	F, vlE, * 13 f	834	2 4·9	+37 11	vF, S, lE
688	1 44·9	+34 48	vF, vS, r ?	841	2 5·3	+37 1	pB, vS, mbMN = * 13
171'	1 49·5	+34 48	pB, pS, cE, * nf	843	2 5·3	+31 37	⊕, F, S, R
733	1 50·7	+32 34	vF	845	2 5·5	+37 1	vF, iF, stell
735	1 50·9	+33 49	eeF, stell	855	2 8·2	+27 24	F, S, lE 90°, bM
736	1 50·9	+32 33	pB, R, bM	860	2 9·2	+30 19	* 13 in F neb
738	1 50·9	+32 34	Neb	861	2 9·8	+35 27	vF, S, D * att sp
739	1 51·1	+32 40	cF, vS, R, △ mit st	865	2 10·5	+28 8	eF, eS, iR
740	1 51·1	+32 32	F, L, cE	890	2 16·1	+32 48	B, S, R, bM, 3 F st p
750	1 51·7	+32 43	cB, pL, R } D neb	221'	2 16·9	+27 49	F, pL, R
751	1 51·7	+32 43	pF, cS, R, bM } D neb	*900	2 17·8	+26 3	vF, vS, stell
753	1 51·8	+35 26	pB, pL, R, gmbM	*901	2 17·8	+26 6	eF, vS
759	1 51·9	+35 51	Cl, vS, R	903	2 18·3	+26 54	eF, eS, R
760	1 51·9	+32 52	vF, R	904	2 18·3	+26 53	vF, vS, R, bM
761	1 52·0	+32 53	pF, cL, 4 F st nr	917	2 20·2	+31 47	vF, S, R, 4 st nr (vS Cl)
178'	1 53·0	+36 8	pF, N = 13 m	925	2 21·3	+33 8	cF, cL, E, vgvmbM, 2 st 13 sp
769	1 53·8	+30 26	vF, vS, iR, bM, F * att	226'	2 22·0	+27 46	pF, S, R, bM, 2 F st n
179'	1 53·9	+37 33	pB, S, lE, * 9·5 nf	227'	2 22·3	+27 44	F, pS, R, bM
777	1 54·5	+30 57	pB, pL, R, glbM	931	2 22·4	+30 52	F, pL, iR
778	1 54·5	+30 50	cF, vS, R, lbM	940	2 23·5	+31 12	F, S, R, bM
780	1 54·9	+27 44	vF, vS, E, 3 st p	949	2 24·7	+36 42	cB, L, E, vgbM
783	1 55·3	+31 14	cF, S, iR, vF st att	952	2 25·3	+34 19	vF, vS, R, bM
784	1 55·6	+28 22	vF, L, E (? D)	959	2 26·3	+35 3	eF, pL, lE, bM

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Trianguli . .	$2^h\ 30^m\ 59^s$	+33° 49′·8	5·8—7·1	11·7	1890 Sept. 20 + $268^d{\cdot}0\,E$

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$1^h 43^m\ 3^s$	+33°38′·8	8·0	*OR*	4	$2^h 19^m 11^s$	+33°25′·3	7·2	*OR*″
2	1 52 18	+30 39·3	7·5	*OG*	5	2 22 21	+36 30·6	7·7	*R*
3	2 17 32	+28 15·4	8·7	*R*″					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	+20°	+30°	+40°	α	
$1^h\ 30^m$	$+33^s$	$+34^s$	$+35^s$	$1^h\ 30^m$	+3′·1
2 0	+33	+35	+37	2 0	+2·9
2 30	+34	+36	+38	2 30	+2·6

Triangulum australe. (Das südliche Dreieck.) Schon bei Bayer vorkommendes, von Bartsch eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel.

Nach der Uranometria Argentina gelten die Grenzen:

Von $14^h\ 50^m$, — 70°, Stundenkreis bis — 68°, schräge Linie bis $15^h\ 20^m$, — 60°, Parallel bis $16^h\ 25^m$, schräge Linie bis $17^h\ 0^m$, — 68°, Stundenkreis bis — 70°, Parallel bis $14^h\ 50^m$.

Verzeichnet sind in der Uranometrie an mit blossem Auge sichtbaren Sternen: 1 Stern 1 ter bis 2 ter Grösse, 2 Sterne 3 ter Grösse, 1 Stern 4 ter Grösse, 1 Stern 5 ter Grösse, 18 Sterne 6 ter Grösse, ausserdem 2 Variable, also im Ganzen 25 Sterne.

Triangulum australe grenzt im Norden an Norma, im Osten an Ara, im Süden an Apus, im Westen an Circinus.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6211	*h* 4729	10	$15^h\ 0^m{\cdot}2$	—69° 47′	6518	*h* 4819	9	$15^h\ 50^m{\cdot}2$	—66° 23′
6334	*h* 4761	9	15 17·3	—65 1	6678	Δ 201	6	16 18·6	—63 51
6396	Δ 188	5	15 27·3	—65 59	6682	*h* 4849	8	16 20·4	—65 49
6462	*R* 20	—	15 38·7	—65 8	6699	*h* 4855	10	16 24·6	—67 57
6460	*h* 4799	10	15 39·0	—68 41	6713	Δ 203	8	16 25·9	—60 46
6485	*h* 4809	7	15 43·1	—60 23	6921	*h* 4924	10	17 7·6	—69 7
6491	Δ 194	7	15 45·2	—60 24					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5938	$15^h 27^m·1$	$-66° 31'$	*F, S, am st*	6025	$15^h 55^m·2$	$-60° 13'$	*Cl, B, vL, pRi, lC, st* 7 ...
5979	15 38·2	−60 54	*!*, ◯, *pF, vS, R, r λ am* 150 *st*	6183	16 31·0	−69 10	*vF, cS, R, gbM*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
T Triang. Austr..	$15^h 0^m 24^s$	$-68° 20'·1$	6·9	7·4	$0^d·98$
R „ .	15 10 49	−66 7·7	6·6—6·8	7·5—8·0	1871 Juli 14 + $3^d·38922$ *E*
S „ .	15 52 12	−63 29·5	6·5	7·5	$6^d·3$
U „ .	15 58 25	−62 38·3	7·7	8·7	1894 Febr. 7 + $2^d·546$ *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$15^h 4^m 44^s$	$-69° 42'·0$	6·2	*R*	5	$16^h 6^m 15^s$	$-63° 25'·8$	4·3	*R*
2	15 19 6	−64 10·8	6·5	*F*	6	16 21 54	−61 24·7	5·8	*R*
3	15 27 35	−65 58·8	4·6	*R*	7	16 33 42	−62 21·6	6·9	*R*
4	15 45 40	−68 17·6	5·7	*R*	8	16 38 4	−68 50·6	2·2	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.
Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−60°	−70°	α	
$14^h 30^m$	$+45^s$	$+53^s$	$14^h 30^m$	$-2'·6$
15 0	+47	+57	15 0	−2·3
15 30	+49	+60	15 30	−2·0
16 0	+51	+63	16 0	−1·6
16 30	+52	+65	16 30	−1·3
17 0	+53	+66	17 0	−0·8

Tucana. (Der Tukan.) Schon bei Bayer vorkommendes, von Bartsch eingeführtes Sternbild am südlichen Himmel, auch als »*anser indica*« bezeichnet.

Nach der Uranometrie hat man als Grenzen:

Von $21^h 58^m$, — 67°, Stundenkreis bis — 57°, Parallel bis $23^h 20^m$, Stundenkreis bis — 58° 30', Parallel bis $1^h 20^m$, Stundenkreis bis — 75°, Parallel bis $23^h 20^m$, Stundenkreis bis — 67°, Parallel bis $21^h 58^m$.

Das Sternbild enthält: 1 Stern 3ter Grösse, 4 Sterne 4ter Grösse, 9 Sterne 5ter Grösse, 28 Sterne 6ter Grösse und 2 Sternhaufen, zusammen 44 dem unbewaffneten Auge erkennbare Objecte.

Tucana grenzt im Norden an Grus und Phoenix, im Osten an Hydrus, im Süden an Hydrus, Octans und Indus, im Westen an Indus.

A. Doppelsterne.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9418	h 5317	9	22h 5m·9	—59° 20′	10227	h 5432	9	23h 50m·1	—59° 18′
9482	h 5323	8	22 12·7	—61 19	10233	h 5434	8	23 51·1	—71 25
9511	h 5328	11	22 17·0	—65 38	10255	h 5436	9	23 54·2	—61 37
9528	h 5331	10	22 17·8	—62 32	10269	h 5439	10	23 57·2	—73 11
9534	h 5333	10	22 20·0	—62 5	10311	h 5442	8	0 2·6	—78 3
9535	h 5334	5	22 20·2	—65 29	13	h 3348	9	0 5·1	—59 55
9589	h 5340	10	22 25·8	—61 55	16	h 3349	9	0 5·3	—67 53
9607	h 5342	10	22 28·5	—66 35	17	h 3350	9	0 5·7	—58 2
9645	h 5348	9	22 32·6	—59 19	60	h 3357	9	0 11·3	—68 28
9665	h 5354	8	22 34·1	—58 21	61	h 3358	9	0 11·4	—62 0
9686	h 5357	9	22 36·5	—58 39	102	h 3361	11	0 16·8	—68 17
9702	h 5358	8	22 38·1	—60 39	115	h 3363	11	0 19·4	—72 39
9716	h 5360	9	22 40·5	—59 15	133	h 3366	7	0 22·2	—68 17
9717	h 5361	6	22 40·9	—66 5	142	h 3369	9	0 23·6	—65 21
9750	h 5364	10	22 44·3	—57 2	144	h 3370	9	0 23·7	—66 29
9813	h 5370	10	22 52·1	—61 46	169	h 3373	7	0 26·6	—61 34
9846	h 5373	7	22 56·0	—64 51	178	Δ 1	4	0 27·0	—63 31
9848	Δ 244	7	22 56·3	—65 55	194	h 3378	8	0 28·9	—61 42
9895	Δ 245	7	23 2·6	—60 16	231	h 3382	9	0 34·7	—63 22
9969	Δ 247	8	23 12·1	—61 32	265	h 3391	5	0 38·9	—58 1
10057	h 5400	7	23 24·7	—74 41	296	h 3400	10	0 44·3	—65 39
10072	h 5402	8	23 26·6	—69 37	312	h 3404	9	0 47·6	—59 53
10090	h 5403	7	23 29·5	—65 15	313	h 3405	10	0 47·6	—65 53
10099	h 5407	9	23 30·8	—61 39	314	h 3406	9	0 47·9	—55 53
10105	h 5409	11	23 31·7	—71 22	318	Δ 2	6	0 48·6	—70 3
10155	Δ 252	6	23 38·7	—64 58	328	h 3408	9	0 50·7	—66 0
10164	h 5419	10	23 40·9	—72 32	341	h 3409	10	0 53·1	—59 16
10193	h 5425	11	23 45·1	—61 40	375	h 3416	8	0 59·3	—60 37
10207	h 5427	9	23 48·1	—72 45	394	h 3418	9	1 1·6	—58 26
10211	h 5428	7	23 48·4	—66 31	468	h 3423	6	1 12·3	—69 25
10224	h 5449	10	23 50·0	—69 54	510	h 3434	12	1 19·6	—59 4

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7191	21h 59m·4	—65° 8′	*vF, S, lE, vglbM*	7622	23h 15m·7	—62° 40	*eF, eS, am 5 st (?)*
7192	21 59·4	—64 48	*pB, S, R, pmbM*	7650	23 19·6	—58 20	*pF, pS, R, glbM*
7199	22 1·1	—65 12	*vF, S, R, pslbM, * 11 p*	7652	23 19·9	—58 27	*eF, S, R*
7205	22 1·7	—57 55	*pB, L, cE, gpslbM*	7655	23 20·7	—68 34	*eF, vS, R, pslbM, * 10 p*
7219	22 5·8	—65 21	*pB, S, R, 2 st nr*	7657	23 21·0	—58 22	*eF, R*
7278	22 21·7	—60 41	*cF, lE, vgslbM, 3 st sf*	7661	23 21·3	—65 49	*eF, cL, R, vgslbM*
7329	22 33·5	—67 0	*pB, pS, mE 90°*	7676	23 23·4	—60 16	*B, S, lE, vsmbM * 11*
7358	22 38·9	—65 39	*F, S, R, bM*	7697	23 32·1	—66 6	*eeF, pL*
7408	22 49·5	—64 14	*pB, pS, R, vglbM*	7733	23 36·9	—66 32	*eF, S, R*
7417	22 51·3	—65 34	*pB, cS, R, gpmbM*	7734	23 37·1	—66 31	*eF, cS, R*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
7823	23h 59m·6	−62° 37′	F, S, R, gbM	330	0h 52m·8	−73° 1′	⊕, vB, S, lE, st 13 . . 15
53	0 9·9	−60 53	eF, S, R, bM	346	0 55·7	−72 43	B, L, viF, mbMD *, r
104	0 19·6	−72 38	⊕!!, vB, vL, vmCM	361	0 58·8	−72 10	vvF, pL, vlE, vgbM
121	0 22·2	−72 5	pB, pS, lE, vgbM	362	0 58·9	−71 23	⊕, vB, vL, vC, md M, st 13 . . 14
152	0 28·7	−73 40	vF, L, R, vglbM	360	0 59·0	−66 9	eF, vmE 145°, vlbM
176	0 32·0	−73 43	eF, S, vlE, r, * 8 nr	371	1 0·3	−72 36	Cl, F, L, R, pC, st 14 . . 16
220	0 36·6	−73 57	F, iR, vgbM	376	1 0·7	−73 22	⊕, B, S, R
222	0 36·7	−74 1	vF, R	395	1 2·1	−72 32	vF, pL, R, glbM
231	0 37·4	−73 54	Nebelstreifen mit st	406	1 4·0	−70 25	F, vL, R, vgbM
241	0 39·7	−73 58	vF, R	411	1 4·7	−72 18	eF, pL, R, gvlbM
242	0 39·8	−73 59	vF, S, biN	416	1 4·9	−72 54	F, pS, R, gbM
248	0 41·7	−73 55	F, S, E, vglbM	419	1 5·3	−73 25	pB, pL, R, gbM
249	0 41·8	−73 38	F, pL, vlE, r	422	1 5·7	−72 18	vF (Nubec. min.)
256	0 42·2	−74 4	F, S, R, gbM, * 9 nf	432	1 7·8	−62 8	F, S, R, gbM, * 12 f
261	0 42·9	−73 39	F, pL, R, gbM * 13	434	1 8·2	−58 47	B, S, R, pgbM
265	0 43·5	−74 2	F, pS, R	440	1 8·8	−58 49	F, vS, R
267	0 44·3	−73 50	Cl, F, pL, st vS	456	1 11·0	−73 49	pF, pL, iR, r
269	0 44·8	−74 5	vF, S, R	458	1 11·9	−72 4	pF, L, R, vgbM
290	0 47·7	−73 42	eF	460	1 11·9	−73 50	F, pL, iR, gbM, r
292	0 48·0	−73 54	Cl, F, eeL, R, st 12 . . . 18	465	1 12·8	−73 52	pB, pL, eF
294	0 48·7	−73 56	vF, pL, R, vglbM, r	466	1 13·3	−59 26	vF, pS, R, gbM
299	0 49·8	−72 44	pB, vS, R, gvlbM, r	484	1 15·7	−59 2	vB, S, lE, psmbM
306	0 50·7	−72 47	F, vS				

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Tucanae .	23h52m12s	−65° 56′	10·2	< 12·6	
S „ .	0 18 24	−62 14	8·7	< 11·6	1890 Jan. 12 + 233d E ?

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	22h11m38s	−60° 45′·4	2·8	R	6	23h19m33s	−57° 24′·1	5·7	R
2	22 18 17	−58 17·5	5·7	R	7	0 14 45	−65 38·2	4·1	F
3	22 26 12	−62 29·7	5·5	R	8	0 38 15	−66 1·1	5·7	R
4	22 45 42	−63 43·2	6·2	R	9	0 49 31	−63 24·9	6·0	F
5	23 17 1	−60 36·4	6·4	R	10	1 3 23	62 18·6	5·6	R

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−55°	−65°	−70°	−75°	α	Δδ
22h 0m	+41s	+45s	+49s	+56s	22h 0m	+2′·9
22 30	+38	+42	+45	+50	22 30	+3·1

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

$\Delta\alpha$ in Secunden $\Delta\delta$ in Minuten

α \ δ	−55°	−65°	−70°	−75°	α	
23^h 0^m	$+36^s$	$+38^s$	$+41^s$	$+44^s$	23^h 0^m	$+3'{\cdot}2$
23 30	+33	+35	+36	+38	23 30	+3·3
0 0	+31	+31	+31	+31	0 0	+3·4
0 30	+29	+27	+26	+24	0 30	+3·3
1 0	+26	+24	+21	+18	1 0	+3·2
1 30	+24	+20	+17	+12	1 30	+3·1

Ursa major. (Der grosse Bär.) PTOLEMAI'sches Sternbild am nördlichen Himmel. Der viel gebrauchte andere Name »Wagen« kommt schon bei den Indern und in der Bibel vor, ebenso bei den Griechen.

Die Grenzen des ausgedehnten Sternbilds sind folgendermaassen gezogen worden.

Von 8^h 0^m, + 75°, Stundenkreis bis + 40°, Parallel bis 10^h 40^m, Stundenkreis bis + 36°, Parallel bis 11^h 0^m, Stundenkreis bis + 30°, Parallel bis 12^h, Stundenkreis bis + 54°, Parallel bis 13^h 12^m, Stundenkreis bis + 50°, Parallel bis + 14^h, Stundenkreis bis + 55°, Parallel bis 13^h 40^m, Stundenkreis bis + 64°, Parallel bis 12^h 40^m, Stundenkreis bis + 67° 30', Parallel bis 11^h 20^m, Stundenkreis bis + 70°, Parallel bis 10^h 40^m, Stundenkreis bis + 75°, Parallel bis 8^h 0^m.

HEIS verzeichnet in Ursa folgende, mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Sterne: 6 Sterne 2ter Grösse, 9 Sterne 3ter Grösse, 5 Sterne 4ter Grösse, 39 Sterne 5ter Grösse, 166 Sterne 6ter Grösse und 2 Veränderliche, zusammen mithin 227 Sterne.

Ursa major grenzt im Norden an Camelopardalus und Draco, im Osten an Bootes und Canes venatici, im Süden an Leo und Leo minor, im Westen an Lynx.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3590	*h* 2429	11	8^h $6^m{\cdot}2$	+71° 49'	3862	Σ 1271	8·9	8^h $42^m{\cdot}5$	+56° 35'
3599	Σ 1208	8	8 13·6	+68 46	3872	Σ 1275	8	8 43·7	+57 54
3647	*h* 3309	9	8 19·5	+62 55	3876	Σ 1278	8	8 43·7	+49 45
—	β 1067	3·5	8 22·0	+61 3	3879	Σ 1280	7·8	8 46·4	+71 12
3682	*h* 2444	10	8 22·5	+59 56	3930	*h* 2473	8	8 50·6	+49 18
3726	Σ 1235	8	8 25·2	+57 17	—	β 408	7·0	8 50·7	+63 58
3713	Σ 1232	8	8 26·3	+66 37	3909	*h* 1162	8	8 50·8	+75 50
3767	*h* 2455	10	8 32·2	+59 1	3938	Σ 1293	7	8 52·1	+54 21
3778	Σ 1250	8	8 32·9	+52 9	3943	Σ' 1065	3·5	8 52·4	+48 26
3777	Σ 1248	8	8 33·6	+62 23	3962	*h* 2478	10	8 56·6	+56 4
3793	*h* 2460	9	8 34·8	+54 58	3972	Σ' 1071	3·5	8 56·8	+47 33
3787	*H* *h* 300	—	8 35·0	+65 7	3980	Σ 1303	8·9	8 59·2	+65 23
3808	Σ 1256	8	8 35·9	+49 40	4000	*h* 1164	9·10	9 1·4	+45 35
3813	Σ 1258	7	8 36·4	+49 14	3989	Σ 1306	5	9 1·7	+67 33
3814	Σ 1257	7	8 37·8	+65 15	4001	σ 332	5·0	9 1·8	+52 1

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4002	*Hh* 317	4·8	9h 2m·7	+63° 56′	4306	Σ 1387	8	9h 46m·9	[illegible]
4007	Σ′ 1080	8·0	9 4·5	+70 22	4311	*h* 2510	11	9 47·9	+49 [illegible]
4008	Σ 1313	8·9	9 4·5	+70 24	4317	Σ 1391	8·9	9 49·4	+51 [illegible]
4016	Σ 1314	8	9 4·7	+62 22	4329	Σ 1394	8	9 50·9	[illegible]
4018	Σ 1315	7	9 4·8	+62 6	4340	*h* 2513	9·10	9 53·2	[illegible]
4032	*Hh* 320	5·1	9 6·5	+61 50	4338	Σ 1398	7·8	9 53·5	[illegible]
4041	Σ 1320	8·9	9 6·8	+42 44	4344	Σ 1400	7·8	9 55·0	[illegible]
4039	Σ 1318	7·8	9 6·9	+47 22	4359	*O*Σ 210	7·8	9 56·4	+46 [illegible]
4046	Σ 1321	8	9 7·8	+53 8	4360	*h* 2515	7	9 56·6	[illegible]
4062	*h* 1165	9	9 9·8	+45 21	4370	Σ 1402	7	9 58·2	[illegible]
4064	*h* 2488	12	9 10·1	+47 56	4380	*h* 2588	9·10	9 59·4	[illegible]
4075	*h* 2492	—	9 11·5	+52 56	4394	Σ 1407	9	10 1·7	[illegible]
4080	Σ 1331	8	9 12·9	+61 46	4404	*h* 3321	10	10 3·6	[illegible]
4079	Σ 1330	8·9	9 13·5	+67 36	4414	*h* 2521	9·10	10 4·2	+44 [illegible]
4095	*O*Σ 199	7	9 13·8	+51 41	4417	*h* 2522	9·10	10 5·8	[illegible]
4107	Σ 1341	8	9 15·7	+51 2	4435	*h* 3323	15	10 9·6	[illegible]
4108	Σ 1340	6·7	9 15·7	+49 59	4433	Σ 1415	6·7	10 9·9	[illegible]
4113	*h* 2494	11	9 17·0	+58 38	4439	*h* 1176	10	10 10·0	[illegible]
4123	*O*Σ 200	6·7	9 18·0	+52 0	4447	Σ′ 1187	3·5	10 11·3	[illegible]
4126	Σ 1346	7	9 18·6	+54 26	4450	*h* 2523	11	10 11·8	[illegible]
4122	Σ 1345	8·9	9 18·9	+64 47	4451	Σ 1418	8·9	10 12·9	[illegible]
4141	*h* 2497	11	9 20·7	+53 8	4455	Σ′ 1189	9·5	10 13·5	[illegible]
4151	Σ′ 1117	6·0	9 22·1	+46 2	4463	*h* 3325	11	10 14·0	[illegible]
4153	*Hh* 328	—	9 22·4	+46 5	4465	Σ 1422	7	10 14·1	[illegible]
4164	Σ 1349	7	9 22·7	+67 59	4474	Σ 1425	8·9	10 15·5	[illegible]
4156	Σ 1352	8·9	9 22·8	+43 44	4478	Σ 1427	7·8	10 16·0	+44 [illegible]
4149	Σ′ 1116	8·0	9 23·4	+67 18	4479	Σ′ 1199	7·5	10 16·4	[illegible]
4154	Σ 1351	3·4	9 23·7	+63 30	4475	*h* 2528	10	10 17·0	[illegible]
4155	Σ 1350	7	9 24·2	+67 12	4489	Σ′ 1200	8·0	10 18·6	[illegible]
4168	Σ 1358	7·8	9 24·5	+45 7	4497	Σ 1428	8	10 19·7	[illegible]
4175	Σ 1359	8·9	9 25·8	+56 42	4502	Σ 1430	8	10 19·8	[illegible]
4180	Σ′ 1127	3	9 26·3	+52 9	4518	*h* 2531	10	10 22·5	[illegible]
—	β 1071	3·0	9 27·2	+52 6	4519	*h* 1178	—	10 23·1	[illegible]
4188	Σ 1360	7·8	9 27·7	+61 21	4526	*O*Σ 219	7	10 23·8	[illegible]
4198	Σ 1366	8	9 28·8	+53 45	4525	Σ 1436	7·8	10 24·0	[illegible]
4202	Σ 1368	8	9 29·2	+53 45	4529	*h* 3327	10·11	10 25·2	[illegible]
4246	*h* 2503	9	9 37·9	+48 57	4551	*h* 2534	5	10 27·4	[illegible]
4249	Σ 1376	8	9 38·7	+43 41	4553	*h* 2535	8	10 28·0	[illegible]
4261	*h* 1170	—	9 41·2	+59 31	4558	Σ 1444	8	10 29·1	[illegible]
4269	*h* 1171	10	9 42·1	+47 14	4570	*h* 2536	11	10 29·4	[illegible]
4265	*h* 2506	9	9 42·8	+71 6	—	β 1074	6·4	10 29·5	[illegible]
4277	Σ 1381	8	9 44·0	+61 5	4584	*O*Σ 222	6	10 31·9	[illegible]
4278	Σ′ 1151	3·5	9 44·0	+59 31	4589	*h* 2538	9·10	10 32·0	+44 [illegible]
4284	*h* 2508	—	9 44·1	+50 23	4590	*h* 2539	10	10 32·1	+44 [illegible]
4289	*h* 1172	9	9 44·4	+44 34	4588	*h* 2537	9·10	10 32·2	[illegible]
4282	*h* 3315	11	9 44·8	+67 3	4591	*O*Σ 223	7	10 32·5	[illegible]
4290	*O*Σ 208	5	9 45·3	+54 32	4603	*h* 3328	10·11	10 34·3	[illegible]
4295	*h* 3316	7·8	9 46·3	+65 16	4611	Σ 1460	8	10 34·8	[illegible]
4302	*O*Σ 209	7	9 46·6	+51 6	4614	*O*Σ 226	7	10 35·0	[illegible]
4307	Σ 1386	8	9 46·9	+69 23	4610	*h* 2541	12	10 35·0	[illegible]

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4619	Σ 1461	8	10ʰ 36ᵐ·1	+47° 10′
4623	Σ 1462	8	10 36·8	+51 19
4627	Σ 1463	8·9	10 37·0	+47 13
4628	Σ 1465	8·9	10 37·4	+45 9
4634	h 3330	12	10 38·8	+62 35
4641	Σ 1467	8·9	10 39·4	+45 30
4954	h 2544	9	10 41·1	+51 9
4645	Σ 1469	7·8	10 41·1	+65 59
4679	h 2549	9·10	10 43·3	+55 48
4687	Σ 1475	7·8	10 43·7	+41 55
4690	OΣ 229	6·7	10 44·3	+41 38
4697	h 2546	10·11	10 46·2	+48 36
4709	Σ 1483	8·9	10 48·7	+48 2
4712	Σ 1484	8·9	10 48·8	+46 0
4713	Σ 1485	8	10 48·9	+44 9
4714	Σ 1486	7	10 49·1	+52 39
4723	Σ 1488	8	10 50·9	+52 43
4726	h 2549	9·10	10 51·3	+53 27
4735	Σ 1491	8	10 52·6	+62 15
4744	Σ 1495	6	10 53·7	+59 27
4742	Σ 1494	8·9	10 53·9	+37 34
4739	h 2550	10	10 54·0	+74 12
4751	Σ 1498	8	10 55·1	+67 0
4757	h 2552	9·10	10 55·6	+52 41
4758	Σ′ 1262	8·7	10 55·9	+56 56
4764	Σ 1501	8·9	10 56·8	+31 22
4770	h 493	10	10 57·2	+33 26
4768	Σ′ 1271	9·1	10 57·6	+62 18
—	β 1077	2·0	10 57·6	+62 18
4775	h 2554	7·8	10 57·8	+44 54
4781	Σ 1505	8	10 59·1	+63 10
4788	h 1184	10	11 0·3	+46 29
4789	Σ′ 1277	7·3	11 1·4	+68 54
4793	h 2556	11	11 1·8	+57 44
4798	h 1185	—	11 1·9	+29 3
4795	h 2557	9·10	11 2·0	+44 1
4792	Σ 1508	9	11 2·1	+68 57
4797	Σ 1510	8	11 2·2	+53 21
4806	h 2559	11	11 3·0	+43 2
4802	Σ 1512	8	11 3·1	+63 2
4809	Σ 1513	8	11 3·6	+63 52
4815	h 2560	9·0	11 4·3	+56 13
4823	h 2562	9·10	11 4·3	+31 41
4825	OΣ 231	7	11 4·7	+30 49
4821	h 2561	9	11 4·9	+39 11
4818	Σ′ 1284	8·5	11 5·3	+66 34
4820	Σ 1514	8·9	11 5·4	+66 39
4826	h 3331	13	11 6·6	+61 9
4830	OΣ² 108	7	11 7·2	+36 22
4832	Σ 1515	8·9	11 7·5	+40 41

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4831	h 2563	13	11ʰ 7ᵐ·7	+57° 53′
4839	OΣ 232	7	11 9·6	+38 7
4837	Σ 1519	8	11 9·7	+60 19
4848	OΣ² 109	7·8	11 10·2	+46 24
4847	Σ 1520	7	11 10·2	+53 19
4851	h 2564	9	11 11·2	+42 48
4857	OΣ 233	7	11 12·8	+67 14
4860	Σ 1523	4	11 12·9	+32 6
4861	Σ 1524	4	11 13·1	+33 8
4864	Σ 1525	8·9	11 13·9	+48 1
4866	h 495	11	11 14·0	+35 39
4876	h 2567	9	11 16··	+69 56
4879	h 496	9	11 16·1	+37 21
4882	h 2568	10·11	11 16·4	+44 10
4884	Σ 1533	8	11 16·7	+37 38
4900	h 2570	—	11 19·4	+42 4
4904	σ 384	—	11 20·3	+30 34
4912	Σ 1541	7·8	11 22·2	+46 51
4913	Σ 1542	7	11 22·5	+45 7
4915	h 498	10	11 22·6	+34 37
4917	h 499	8	11 22·8	+36 51
4924	Σ 1543	5	11 23·7	+39 53
4929	OΣ² 111	6·7	11 24·9	+30 30
4934	OΣ 234	7	11 25·4	+41 51
4935	Σ 1544	7	11 25·7	+60 15
4936	Σ 1545	7	11 25·8	+59 7
4941	Σ′ 1319	9·2	11 26·4	+59 2
4943	h 500	9	11 26·5	+36 26
4942	OΣ 235	6	11 26·6	+61 38
4941	h 2574	9·10	11 26·9	+53 35
4945	Σ 1546	7·8	11 26·9	+56 39
4959	h 502	10	11 28·3	+37 36
4964	Σ 1550	8·9	11 29·0	+64 12
4965	Σ 1551	8·9	11 29·5	+71 22
4973	OΣ 236	7	11 30·5	+66 54
4976	Σ 1553	7·8	11 31·2	+56 42
4997	h 505	11	11 33·5	+30 22
4999	h 506	7	11 33·5	+38 44
4998	Σ 1561	6	11 33·6	+45 40
5000	OΣ 237	7·8	11 33·6	+41 42
5001	Σ 1562	8·9	11 33·8	+49 43
5002	Σ 1563	8	11 33·9	+52 44
5013	h 507	9	11 35·2	+30 36
5011	h 3333	9·10	11 35·6	+66 30
5025	h 508	8	11 37·0	+40 13
5027	Σ 1567	8·9	11 38·7	+64 55
5036	Σ 1569	8	11 39·0	+39 34
5038	h 3334	8	11 39·4	+60 35
5041	Σ 1570	8	11 40·2	+46 10
5045	h 2585	8·6	11 40·9	+44 31

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5044	Σ′1346	4	11h 41m·4	+48° 20′	5278	Winnecke 4	—	12h 17m·4	[illegible]
5051	Σ 1572	8·9	11 41·7	+53 51					
5054	h 1198	10	11 42·6	+46 14	5291	OΣ 249	7·8	12 19·1	[illegible]
5072	h 510	9	11 45·1	+38 16	5297	Σ 1640	8	12 19·7	[illegible]
5076	Σ 1574	8·9	11 46·0	+44 39	5349	Σ 1660	8	12 30·4	[illegible]
5080	h 842	10	11 46·5	+45 21	5352	Σ 1662	7	12 31·2	[illegible]
5089	Σ 1576	8	11 47·7	+31 33	5369	Σ 1667	8·9	12 35·3	[illegible]
5092	OΣ 240	7	11 48·4	+43 29	5384	Σ 1671	8	12 37·0	[illegible]
5095	Σ′1358	2·5	11 48·6	+54 15	5393	OΣ 254	7	12 39·2	[illegible]
5097	h 512	8	11 49·0	+35 15	5436	Σ′1472	2	12 49·6	[illegible]
5101	Σ 1579	5·6	11 49·9	+47 2	5444	Σ 1691	7·8	12 50·7	[illegible]
5107	Σ 1581	8·9	11 50·9	+46 7	5451	Σ 1695	7	12 51·9	[illegible]
5109	OΣ 241	6·7	11 51·0	+35 59	5467	h 2628	9	12 54·1	[illegible]
5110	Σ 1585	8	11 51·5	+41 36	—	β 1082	6·0	12 56·4	[illegible]
5112	Σ 1586	8	11 51·7	+40 55	5485	h 2631	9·10	12 57·8	[illegible]
5126	OΣ 243	7·8	11 54·7	+53 59	5547	Σ 1732	8	13 8·7	[illegible]
5127	Σ 1587	8·9	11 54·7	+52 11	5551	OΣ² 122	7	13 9·4	[illegible]
5130	OΣ² 114	7	11 55·1	+37 17	5564	h 2649	9	13 14·3	[illegible]
5134	h 4489	—	11 55·3	+44 11	5596	Σ 1744	2	13 19·9	[illegible]
5132	h 2592	11	11 55·4	+59 14	5605	h 2652	11	13 21·7	[illegible]
5136	h 2593	10	11 55·5	+40 27	5625	Σ 1752	8	13 25·2	[illegible]
5146	Σ 1592	8·9	11 57·8	+36 12	5632	Σ 1754	7·8	13 26·8	[illegible]
5148	Σ 1594	8·9	11 58·7	+41 58	5661	h 2664	10	13 31·3	[illegible]
5160	h 2595	8	12 0·4	+39 13	5681	Σ 1770	6·7	13 33·7	[illegible]
5183	Σ 1603	7	12 3·2	+56 2	—	β 934	9·0	13 33·8	[illegible]
5184	h 2598	9·10	12 3·3	+61 2	5700	Σ 1774	6·7	13 36·4	[illegible]
5224	h 2604	9	12 9·4	+55 40	5707	h 2673	9	13 37·2	[illegible]
5231	h 2605	11	12 10·3	+55 35	5716	h 2676	8·9	13 39·0	[illegible]
5258	Σ 1630	8·9	12 14·0	+56 56	5749	Σ′1561	2	13 43·6	[illegible]
5263	h 2608	11·12	12 14·8	+55 37	5821	Σ 1795	7	13 55·2	[illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des DREYER-Cataloges	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des DREYER-Cataloges	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2650	8h 40m·2	+70° 40′	*pB, pL, iF, cr*	2685	8h 48m·2	+59° 10′	[illegible]
2654	8 40·2	+60 39	*pF, S, F** in *M, F*sp* nahe	2692	8 49·7	+52 27	[illegible]
				2693	8 49·8	+51 44	[illegible]
2656	8 40·5	+54 15	*eF, psbM*	2694	8 49·8	+51 43	[illegible]
520′	8 42·9	+73 52	*pB, pL, bM, * nr*	2704	8 51·5	+39 44	[illegible]
2675	8 44·8	+53 53	*vF, R, * 15 p 12s*	2701	8 51·7	+54 10	[illegible]
2681	8 46·4	+51 41	*vB, vL, vgvsmbM ** 10	2710	8 52·3	+56 4	[illegible]
2684	8 47·9	+49 32	*F, pL, R, gbM*, 4 *S st nr*	2726	8 57·1	+60 21	[illegible]
2686	8 48 . .	+49 31	*vF, vS, D* oder **f* nahe	2739	8 58·9	+52 11	[illegible]
2687	8 48 . .	+49 32	*vS*	2740	8 59·0	+52 10	[illegible]
2688	8 48 . .	+49 30	*vvF, S*	2742	8 59·7	+60 53	[illegible]
2689	8 48 . .	+49 29	*vvF, S*	2755	9 1·5	+42 6	[illegible]

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2756	9h 1m·8	+54° 15'	pB, pS, E, vgbM
2762	9 3·0	+50 49	vvF, S, R
2767	9 3·3	+50 48	vF, sbM * 15
2769	9 3·6	+50 50	pF, S, E, pslbM
2771	9 3·8	+50 46	vF, S, lE
2768	9 3·9	+60 27	cB, cL, lE, psbMLBN
2776	9 5·6	+45 22	pB, L, R, vgbM, r
2782	9 7·8	+40 31	cB, R, mbMBN
529'	9 8·1	+74 9	pF, pL, E
2785	9 8·8	+41 20	cF, pS, iE, cF st inv
2787	9 10·3	+69 37	B, pL, lE 90°, mbM, r, vS * sf inv
2798	9 11·1	+42 23	pB, S, stell
2799	9 11·2	+42 22	F, cL, vmE
2800	9 11·5	+52 56	vF, S, lE, * att, * inv
2805	9 12·2	+64 32	vF, L, R, mbM
2814	9 13·2	+64 40	F, S, iF (?)
2816	9 13·4	+60 52	F, pmE
2810	9 13·5	+72 15	F, cS, bM
2820	9 13·7	+64 40	F, S, E
2841	9 15·1	+51 24	vB, L, vmE 151°, vsmbM = 10
2856	9 17·5	+49 41	cF, cS, lE, bM
2857	9 18·1	+49 46	vF, pL, 4 st p
2870	9 20·6	+57 48	cF, S, E, vglbM
2880	9 21·8	+62 55	B, cS, R, mbM, am st
2892	9 24·6	+68 4	pF, pS, R, lbM
2895	9 25·1	+57 55	vF, vS, R, vgbM. D*s 7'
2909	9 28·8	+66 23	cF, S, psbM
2950	9 35·3	+59 18	B, pS, R, vgvmbMN
2959	9 36·7	+69 3	F, pL, R, vglbM, st n
2961	9 37·0	+69 4	cF, S, lE
2976	9 39·0	+68 23	B, vL, mE 152°, st inv
2985	9 41·3	+72 45	vB, cL, R, psmbM, * inv f
2998	9 42·6	+44 34	pF, pL, E 51°, bMN, r
3000	9 42·7	+44 37	vF, S, iR, r
3002	9 42·7	+44 33	eeF, vS
3004	9 42·9	+44 35	eF, vermuthet
3005	9 43·1	+44 37	vF, pS, E n np s sf
3006	9 43·2	+44 30	vF, S, stell
3008	9 43·4	+44 34	pF, S, E, * 13 p
3009	9 43·6	+44 47	pF, R, bM, r
3010	9 43·7	+44 49	F, psbM, rr
3027	9 46·8	+72 41	vF, vL, lE, r
3031	9 47·3	+69 32	!, eB, eL, E 156°, gsvmbMBN
3034	9 47·6	+70 10	vB, vL, vmE
3043	9 49·2	+59 46	cF, pS, lE, vgbM, * 10 n 7'
3063	9 53·0	+72 36	F, pS, R
3065	9 53·2	+72 39	pF, vS, R, bM, * 11 nr
3066	9h 53m·3	+72° 36'	vF, vS, vglbM
3073	9 53·9	+56 4	vF, S, vglbM
3079	9 55·2	+56 10	vB, L, mE 135°
3077	9 55·3	+69 13	cB, cL, mbM, R
3097	9 57·2	+60 36	Neb * ?
3102	9 57·5	+60 35	vF, vS, R, bM, * 11
3111	9 59·8	+47 45	pB, S, R, smbM, * 12
3135	10 4·7	+46 27	F, S, R, gbM
598'	10 7·0	+43 44	vF, vS, R, bM, alm stell
3148	10 7·4	+50 59	* 7 in Nebel 2'—3' Durchm.
3164	10 8·5	+57 9	eF, S, R, vglbM
3168	10 9·5	+60 44	F, psbM, stell, * 7·8 np 5'
3170	10 10·0	+47 6	F, S, R
3179	10 11·9	+41 33	S, R, bMN
3180	10 12·2	+41 55	vF, E } in Verbindung mit 3184
3181	10 12·2	+41 54	vF, E } in Verbindung mit 3184
3184	10 12·3	+41 55	pB, vL, R, vgbM
3182	10 12·5	+58 42	cB, cL, iR, vgbM
3191	10 12·9	+46 56	F, S, R, bM
3192	10 12·9	+47 4	eF, vS (? = 3191)
3188	10 13·0	+57 55	vF, pL, r
3198	10 13·7	+46 4	pB, pL, mE 45°, vgbM
3202	10 14·5	+43 30	cF, S, R, vgbM
3205	10 14·8	+43 27	cF, S, R, vgbM
3207	10 15·0	+43 29	cF, S, R, stell
3206	10 15·2	+57 26	pB, cL, E, vglbM
3214	10 16·5	+57 33	cB, vS, R, sbM
3220	10 17·1	+57 32	pF, cL, E 92°, * 9 f
604'	10 17·2	+57 32	eeF, vS, vmE
3225	10 18·4	+58 39	cF, pL, lE, vgbM
3231	10 19·4	+67 19	Cl, cL, P, lC, st 10 . . 12
3237	10 19·8	+61 47	eF, vS, psbM, 2 st 11 f
3236	10 20·0	+40 8	vF, vS, R, pgbM
3238	10 20·1	+57 44	F, S, R, pslbM
3259	10 25·7	+65 34	F, S, R, gbM
3264	10 25·9	+56 36	eF, bet 2 S st
3266	10 26·4	+65 16	cF, vS, R, psmbM *
3284	10 29·6	+59 3	eF, vS
3286	10 29·8	+59 8	vF, pS, R, pslbM
3288	10 29·8	+59 4	eF, cS, R, vglbM
3298	10 31·2	+50 38	vF, pS, iE
3310	10 32·5	+54 1	cB, pL, R, vgvsmbMN 15''
3319	10 33·5	+42 11	cF, L, iE, mbsM
3320	10 33·6	+47 56	F, pS, mE, * 10 nf
3353	10 39·2	+56 29	F, cS, R, psbM, * s 90''
3359	10 40·0	+63 45	pB, L, E 0° glbM
3374	10 42·2	+43 43	vF, cS, iR
3382	10 42·9	+37 15	F, S, iR, ? S Cl

Nummer der Dreyer-Catalogе	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3392	10h 44m·3	+66° 19'	*vF, S, psbM, st nr*
3394	10 44·7	+66 17	*cF, S, lE, vgbM*
3398	10 45·4	+55 58	*vF, S, E, er*
644'	10 45·5	+55 56	*eeF, pS, lE, B * sf*
646'	10 45·7	+56 0	*eeF, pS, R*
3406	10 45·7	+51 33	*pB, R, pgbM*
3408	10 45·9	+58 57	*vF, cS, R, 2 pB st s*
3410	10 45·9	+51 32	*F, pS, dif*
3407	10 45·9	+61 54	*vF, vS, R, vS * nr*
3415	10 45·9	+44 14	*pB, S, vlE, stell, 3S st nr*
3416	10 45·9	+44 18	*eF (? F *)*
3432	10 46·9	+37 9	*pB, pL, vmE* 40°, ** *sp* nahe
3435	10 47·5	+61 49	*cF, pS, lE, vgbM*
3440	10 47·7	+57 39	*vF, S, lE*
3445	10 48·5	+57 31	*cB, pL, iR, vglbM, * 10 nf*
3448	10 48·6	+54 50	*B, pL, mE* 67°, *gbM*
3458	10 49·9	+57 38	*vB, vS, R, stell*
3468	10 51·9	+41 29	*F, cS, R, bM*
3470	10 52·6	+60 2	*vF, S, R, vgbM*
3471	10 52·8	+62 8	*vF, S, R, bM*
3478	10 53·6	+46 39	*eF, S, R*
3488	10 55·3	+58 12	*cF, vlE, pS, ** 13 *s att (cB ?)*
3499	10 57·2	+56 45	*vF, vS, stell*
5317	10 59·6	+57 4	*cF, S, R, vgbM*
3530	11 2·8	+57 46	*vF, S, R, pgbM*
3540	11 3·7	+36 34	*vF, R, psbM, ** 7 *p*
3542	11 4·4	+37 29	*vF, S, iR, lbM, r*
3545	11 4·7	+37 31	*vF, vS, iR, lbM, r*
3548	11 4·9	+36 35	*eF, S, ** 8 *p*
3543	11 5·0	+61 53	*eF, vS, E* 0° +, *r*
3549	11 5·1	+53 55	*cB, cL, cE* 160°
674'	11 5·5	+44 10	*pF, R, bM, D * sf*
3556	11 5·8	+56 13	*cB, vL, vmE* 79°, *pbM, r*
3569	11 6·6	+35 59	*F, vS, stell*
3577	11 8·2	+48 54	*eF, vS*
3583	11 8·6	+48 56	*pB, pL, R, vgmbM*
3587	11 9·0	+55 34	*!!, ◯, vB, vL, R, vvgvsbM*
3589	11 9·3	+61 14	*vF, L, E, gbM, L st* △
3594	11 9·8	+56 17	*vF, vS, stell*
3595	11 9·8	+48 1	*vF, vS, vlE, stell, cB * n*
3600	11 10·3	+42 8	*pF, S, lE* 0° ±, *vgbM*
3610	11 12·6	+59 20	*vB, pS, lE* 90° ±, *vsvmbMSN*
3614	11 12·7	+46 18	*F, pL, lE* 90° ±, *glbM, r*
3613	11 12·8	+58 33	*vB, cL, mE* 305°, *smbMN*
3619	11 13·6	+58 18	*cB, cL, R, vgmbM*
3622	11 14·1	+67 47	*pB, S, R, gbM*
3625	11h 14m·7	+58° 20'	*F, S, lE* 135° ±
3631	11 15·4	+53 44	*pB, L, R,* [illegible]
3642	11 16·5	+59 37	*pB, pL, R,* [illegible]
3648	11 17·1	+40 24	*pB, S, pmE,* [illegible]
3652	11 17·2	+38 19	*pF, cL, iR,* [illegible]
3654	11 18·0	+69 58	*F, S, lE* 15° ±
3656	11 18·0	+54 23	*pB, S, R,* [illegible]
3657	11 18·2	+54 28	*cF, vS, R,* [illegible]
3658	11 18·5	+39 5	*F, S, R,* [illegible]
687'	11 18·8	+48 24	*cF, cS, R,* [illegible]
3665	11 19·3	+39 19	*cB, cL, iR,* [illegible]
3668	11 19·6	+64 0	*F, pS, iR,* [illegible]
3669	11 19·7	+58 16	*vF, pL, pmE* 135° ±
3671	11 20·2	+61 2	*vF, vS,* 2 [illegible]
3675	11 20·7	+44 8	*vB, cL, vmE* [illegible] *vsmbM* [illegible]
3674	11 20·7	+57 35	[illegible]
691'	11 20·8	+59 42	*pF, pS, R,* [illegible]
3677	11 20·8	+47 32	*F, S, R,* [illegible]
3682	11 21·7	+67 8	*cB, S, iR,* [illegible]
3683	11 21·9	+57 26	*cB, pL,* [illegible]
3687	11 22·7	+30 4	*pB, pS, R,* [illegible]
694'	11 23·0	+59 7	*vS, D* [illegible]
3690	11 23·0	+59 6	*pB, pS,* [illegible] 90° ± *psbM,* [illegible]
3694	11 23·5	+35 58	*cF, S, R,* [illegible]
3695	11 23·5	+36 2	*cF, pS*
3698	11 23·7	+36 13	*cF, vS*
3700	11 24·0	+35 58	*cF*
3718	11 27·0	+53 37	*pB, vL, R,* [illegible]
705'	11 27·5	+50 48	*eeF, vS, R*
3726	11 27·9	+47 36	*pB, vL, cE* [illegible] *vsmbM ** [illegible]
3725	11 28·0	+62 25	*cF, S, R,* [illegible]
3729	11 28·3	+[illegible]3 41	*pF, pL,* [illegible]
708'	11 28·[illegible]	+49 38	*cF, S, R*
709'	11 28·9	+49 37	*eeF, S,* [illegible]
3733	11 29·5	+55 24	*cF, S,* [illegible]
711'	11 29·5	+49 31	*vF, pS, R,* [illegible]
712'	11 29·6	+49 39	*cF, S, R,* [illegible]
3737	11 30·1	+55 30	*vF,* [illegible]
3738	11 30·3	+55 5	*pF, pL,* [illegible]
3740	11 30·7	+60 32	*vF, vS, R,* [illegible]
3741	11 30·7	+45 50	*vF, S, R,* [illegible]
3755	11 31·2	+36 58	*cF, pL,* [illegible]
3756	11 31·3	+54 51	*pF,* [illegible]
3757	11 31·4	+58 57	*vF, R,* [illegible]
3759	11 31·5	+55 22	*F, S,* [illegible]
3762	11 31·8	+62 18	*F,* [illegible]

Nummer des Dreyer-Cataloges	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3769	11^{h} 32^{m}·3	+48° 28′	pB, S, pmE
3770	11 32·5	+60 10	pF, S, R, gbM, r
3780	11 33·9	+56 49	pF, L, vlE, vgbM, r
3782	11 34·2	+47 1	F, S, * 15 att, * inv
3786	11 34·4	+32 28	pB, pL, E 57°, gbM
3788	11 34·5	+32 29	cB, pL, pmE 177°, pgbM
3793	11 34·7	+32 28	vS
3797	11 34·9	+32 28	vS
3794	11 35·0	+56 47	cF, pS, vS * v nr
3795	11 35·0	+59 10	vF, S, mE
3796	11 35·0	+60 51	F, cS, R, mbM
3804	11 35·4	+56 46	pB, E
3809	11 35·9	+60 26	pB, S, R, glbM
3811	11 35·9	+48 16	F, S, vlE, glbM
3813	11 36·0	+37 6	cB, pL, pmE 83°, bM
3824	11 37·3	+53 20	vF, cS, pmE
3829	11 38·0	+53 17	vF, vS
726′	11 38·5	+33 52	vF, pL, R
3835	11 38·6	+60 40	pB, E, gbM, : 8 sf 5′
3838	11 38·9	+58 30	pB, cS, E, psbM * 12
3846	11 39·0	+56 12	F, pL, R, vgbM
3847	11 39·0	+34 4	F, S, R, psbM
3855	11 39·1	+33 54	eF, vS
3850	11 39·2	+56 27	eF, pL, lE
3856	11 39·2	+33 53	Mehrere Nebel i. d. Nähe
729′	11 40·1	+33 52	F, pS, R,
3871	11 40·7	+33 40	eF, R, gbM
3870	11 40·7	+50 45	cF, cS, R, psbM
731′	11 40·7	+50 7	vF, vS, R
3877	11 40·8	+48 3	B, L, mE 37°
3878	11 41·0	+33 45	vF, R
3880	11 41·1	+33 43	vF, R, gbM
3881	11 41·4	+33 40	vF, R, gbM
3888	11 42·3	+56 31	pB, S, lE, pgbM
3889	11 42·3	+56 26	vF, vS
3891	11 42·9	+30 55	pB, S, bM
3893	11 43·4	+49 16	B, pL, R, mbM
3894	11 43·5	+59 58	B, pL, iR, pgmbM
3895	11 43·7	+59 59	pF, pL, vlE, gbM
3896	11 43·7	+49 15	F, vS
3897	11 43·8	+35 35	E, S, R, bM
3898	11 43·9	+56 38	B, pL, lE, svmbM
3906	11 44·3	+48 59	eF, pL
3913	11 45·2	+55 54	F, E
740′	11 45·4	+55 55	eeF, pL, iR
3916	11 45·5	+55 42	eF, R, gbM
3917	11 45·5	+52 23	F, L, vmE, vgbM
3921	11 45·8	+55 38	pF, S, R, pspmbM
3922	11 45·9	+50 46	vF, vS
3924	11^{h} 46^{m}·1	+50° 39′	pB, S, iF, bM
3928	11 46·5	+49 15	pF, S, R, pspmbM
3930	11 46·6	+38 33	eF, cL, iF, glbM, * 7 (Groombr. 1830)
3931	11 46·8	+52 31	eF, S
3932	11 46·9	+49 11	vF, v diffic
3935	11 47·2	+32 58	pF, S, lE, psbM
3938	11 47·6	+44 41	B, vL, R, bMpBN, er
3941	11 47·7	+37 32	vB, pL, R, smbM * 9
3945	11 48·0	+61 14	B, pL, R, gmbM, r, * 12 sp
3949	11 48·5	+48 25	cB, pL, pmE, vgbM
3950	11 48·5	+48 27	eF
3953	11 48·6	+52 54	cB, L, E 0° ±, vsbMLrN
3958	11 49·3	+58 55	pF, pS, pmE, vgbM
3961	11 49·7	+69 53	eF, vS
3963	11 49·7	+59 3	pF, cL, R, vgsbM
3966	11 50·1	+32 45	F, pL, lE, bM, * 12 p
3971	11 50·4	+30 33	pF, vS, R, bM
3972	11 50·5	+55 52	pB, E
3975	11 50·7	+61 5	vF, vS
3977	11 50·9	+55 56	F, S
3978	11 51·0	+61 5	cF, S, lE, bM, * 8 90°, 6′
3980	11 51·0	+55 57	eF, pL, E, D * nr
3982	11 51·3	+55 41	B, pL, R, g, sbM
3985	11 51·5	+48 54	vF, cS, ein ander. verm.
3986	11 51·6	+32 35	pF, S, pmE 90° ±, * 11 nr
3990	11 52·4	+56 1	pF, S, lE, pslbM
3991	11 52·4	+32 54	F, S, lE
3992	11 52·4	+53 55	cB, vL, pmE, sbMBrN
3994	11 52·5	+32 51	pB, vS
3995	11 52·6	+32 52	F, pL, iR, bM
3998	11 52·7	+56 1	cB, pS, R, vgsmbM
4001	11 52·8	+47 52	S, R
4010	11 53·3	+47 47	F, pL, mE, vglbM
4013	11 53·4	+44 29	B, cL, mE 65°, vsvmbM * 10
749′	11 53·4	+43 18	pF, L, R, lbM
750′	11 53·7	+43 17	pB, L, lE 35°, bM
751′	11 53·7	+43 8	pF, pL, lE 45°, mbM
4020	11 53·8	+30 59	pB, pL, E 19°, biN
752′	11 54·1	+43 8	vF, S, iR, * 13 nf
4025	11 54·0	+38 22	eF, pL, R
4026	11 54·3	+51 31	vF, cL, mE, vsvmbMBN
4031	11 55·4	+32 30	eF, vS, * 17 v nr s
4034	11 55·8	+69 55	eF, S, iF, gvlbM
4036	11 56·3	+62 27	vB, vL, E
4041	11 57·1	+62 42	B, cL, R, gpsvmbMrN
4047	11 57·7	+49 12	pB, pS, R
4051	11 58·0	+45 5	B, vL, E, vgvsmbM * 11
4054	11 58·2	+58 29	eF, S

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
757'	11h 58m·3	+53° 13'	Verm., * 12 nahe
4062	11 58·9	+32 27	*pB, vL, mE, vgbM*
758'	11 58·9	+63 3	*eeF, pS, R, bet 2 dist st*
4068	11 59·1	+53 7	*pF, S, stell*
4081	11 59·8	+65 1	*F, S, mE, D * nr*
4121	12 3·0	+65 40	*F, vS, lE, r*
4125	12 3·1	+65 44	*pB, pL, cE, mbM*
4141	12 4·5	+59 25	*vF, pS, lE, gbM, r*
4149	12 5·4	+58 50	*F, S, E*
4154	12 5·7	+58 54	*vF, S, E* 90° ±
4161	12 6·7	+58 20	*F, S, R*
4172	12 7·3	+56 44	*F, S, lE, gbM*
4194	12 9·1	+55 6	*pB, vS, vsbM* * 12
4195	12 9·1	+60 13	*eF*
4198	12 9·5	+56 34	*pF, pS, lE, gbM*
4199	12 9·5	+60 31	*vF, S*
4205	12 10·1	+64 21	*pB, pS, R,* * 12 *f*
4210	12 10·4	+66 32	*pF, pS, R, vgbM*
4221	12 11·2	+66 47	*pB, S, R, psbM*
4238	12 12·1	+63 58	*vF, pS, iR, vglbM*
4256	12 13·9	+66 27	*pB, L, cE* 38°, *bMBN*
778'	12 14·5	+56 33	*eF, pS, R, bet 2 st*
4271	12 14·7	+57 18	*pB, pL, iF*
4284	12 15·4	+58 41	*eF, lE*
4290	12 15·9	+58 39	*pB, L, R, gmbM*
4332	12 18·1	+66 24	*pF, S, vlE, vgbM*
4335	12 18·3	+59 0	*pB, S, E, gbM*
4358	12 19·1	+58 56	*eF, eS, lE*
4362	12 19·2	+58 55	*vF, eS, R, r*
4364	12 19·2	+58 58	*eF, eS, R*
4384	12 20·3	+55 4	*eF, S, iR*
4391	12 20·6	+65 29	*eF, S, R, sbM,* ∴ *sp*
4441	12 22·7	+65 21	*pB, S, iR, bM*
4481	12 25·2	+64 35	*pF, vS, R,* * 13 *att*
4500	12 26·8	+58 31	*B, eS, E, pgbM,* * 9 *f*
4510	12 27·3	+64 47	*Cl, vS, st F, mC*
4511	12 27·4	+57 1	*pF, vS, iR, vgbM*
4512	12 27·6	+64 17	*pB, S, R, psbM*
4513	12 27·6	+66 53	*F, R (? vS Cl)*
4521	12 28·3	+64 30	*pB, S, pmE, pgbM,* * 10
801'	12 29·0	+52 49	*eeF, S, R,* * *n* nahe
4545	12 30·1	+64 4	*F, L, iR, vgbM, S* * *nf*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4547	12h 30m·2	+59° 28'	*vF, pS, E,* [illegible]
4549	12 30·3	+59 29	*eF, pS, E*
4566	12 31·3	+54 47	*pF, S, iR,* [illegible]
4605	12 35·5	+62 20	*B, L, vmE,* [illegible]
4644	12 38·1	+55 43	*vF, S, R,* [illegible]
4646	12 38·3	+55 24	*F, S,* [illegible]
4652	12 38·6	+59 31	*pF, pL,* [illegible]
4669	12 40·2	+55 25	*F, E* [illegible]
4675	12 41·0	+55 18	*eF, S,* [illegible]
4686	12 42·1	+55 5	*pF, vS,* [illegible]
4695	12 43·0	+54 56	*eF, pS,* [illegible]
830'	12 47·0	+54 14	*vF,* [illegible]
4814	12 51·1	+58 53	*B, pS,* [illegible]
4964	13 1·2	+56 51	*eF, S,* [illegible]
4967	13 1·3	+54 7	*vF, S, E,* * [illegible]
847'	13 1·7	+54 13	*vF, S, R,* [illegible]
4973	13 2·0	+54 9	[illegible]
4974	13 2·3	+54 11	[illegible]
4977	13 2·4	+56 13	[illegible]
852'	13 3·8	+60 42	*vF, pS, R,* [illegible]
5001	13 5·3	+54 3	*pF, S, iR,* [illegible]
5007	13 6·1	+62 40	[illegible]
875'	13 13·1	+58 4	*eF,* [illegible]
5109	13 16·8	+58 10	*eF, S,* [illegible]
5113	13 17·5	+58 8	*eF, S,* [illegible] = 5110
5163	13 23·2	+53 19	*eF,* [illegible]
5164	13 23·2	+56 0	*eF, S,* [illegible]
5201	13 26·3	+53 35	*pF, eS, R,* [illegible]
5204	13 26·4	+58 56	*pB, cL, iR,* [illegible]
5205	13 26·4	+63 1	*vF, pS, R,* [illegible]
5216	13 28·6	+63 14	*pB, S,* [illegible]
5218	13 28·7	+63 17	*pB, pL, R,* [illegible]
5225	13 29·8	+52 1	*eF, pS, iR,* [illegible]
5238	13 31·1	+52 8	*eF, pL, R,* [illegible]
902'	13 31·9	+50 27	*eeF, S,* [illegible]
5250	13 32·4	+51 46	*pB, S, R,* [illegible]
5255	13 33·9	+57 37	[illegible]
907'	13 35·5	+51 14	*eF, pS, R*
5278	13 37·9	+56 10	*pF, R,* * [illegible]
5279	13 38·0	+56 10	*F,* [illegible]
951'	13 48·0	+51 28	*eeF, pS, R,* [illegible]
5368	13 50·9	+54 50	*F, eS, R,* [illegible]

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
R Ursae Majoris	10h37m31s	+69°18'·0	6·0–8·2	12·6–13·2	1853 April 7 + 30[illegible] *E* − + 15 sin (10°*E* + [illegible])

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
T Ursae Majoris	$12^h 31^m 50^s$	+60° 2′·3	6·0—8·5	12·2—13·0	1860 Oct. 21 + $257^d{\cdot}2\,E$ + + 20 *sin* (9° *E* + 90°)
S „	12 39 34	+61 38·4	6·7—8.2	10·2—11·5	1860 Juni 24 + $226^d{\cdot}1\,E$ + + 43 *sin* (5°·76 *E* + 181°·5)

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$8^h 16^m 0^s$	+43° 30′·5	5·0	*O*	17	$11^h 12^m 52^s$	+32° 5′·7	3·7	*W G*
2	8 53 33	+68 1·2	5·1	*G*	18	11 13 4	+33 38·6	3·4	*G W*
3	8 59 38	+67 16·6	5·2	*O*	19	11 22 24	+45 44·2	6·8	*O R*
4	9 14 23	+57 7·4	5·8	*O*	20	11 39 28	+67 25·1	7·8	*G*
5	9 26 2	+67 14·3	7·2	*F*	21	11 40 49	+48 19·2	4·0	*G R*
6	10 11 19	+41 58·0	6·8	*R O*	22	11 43 56	+37 40·4	8·0	*G R*
7	10 16 23	+42 0·1	3·1	*R O*	23	11 50 4	+37 18·9	6·5	*O*
8	10 29 16	+42 25·6	7·1	*O R*	24	12 20 15	+57 18·9	6·4	*O*
9	10 37 34	+69 18·0	*var*	*O*, *R* Urs. maj.	25	12 22 50	+56 16·0	6·0	*R*
10	10 38 8	+67 56·2	6·2	*R*	26	12 31 50	+60 2·3	*var*	*O*, *T* Urs. maj.
11	10 38 58	+42 15·1	7·2	*O'*	27	12 35 50	+56 23·4	8·2	*R R*
12	10 40 7	+57 53·7	6·3	*O'*	28	12 39 34	+61 38·4	*var*	*R*, *S* Urs. maj.
13	10 41 7	+43 34·0	7·5	*O'*	29	13 24 48	+60 27·7	5·3	*W*
14	10 55 6	+44 26·5	7·7	*O R'*	30	13 36 57	+55 11·4	5·5	*O*
15	11 3 50	+36 51·2	5·9	*O*	31	13 49 37	+52 48·9	6·3	*O'*
16	11 3 59	+45 3·2	3·5	*G*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden — Δδ in Minuten

α \ δ	+30°	+40°	+50°	+60°	+65°	+70°	+75°	α	Δδ
8^h 0^m	$+38^s$	$+41^s$	$+45^s$	$+51^s$	$+56^s$	$+63^s$	$+74^s$	8^h 0^m	—1′·6
8 30	+37	+40	+44	+49	+54	+60	+71	8 30	—2·0
9 0	+37	+39	+42	+47	+51	+57	+66	9 0	—2·3
9 30	+36	+38	+41	+45	+48	+53	+61	9 30	—2·6
10 0	+35	+37	+39	+43	+45	+49	+56	10 0	—2·9
10 30	+34	+35	+37	+40	+42	+45	+50	10 30	—3·1
11 0	+33	+34	+35	+37	+38	+41	+44	11 0	—3·2
11 30	+32	+32	+33	+34	+35	+36	+38	11 30	—3·3
12 0	+31	+31	+31	+31	+31	+31	+31	12 0	—3·4
12 30	+30	+30	+29	+28	+27	+26	+24	12 30	—3·3
13 0	+29	+28	+27	+25	+24	+21	+18	13 0	—3·2
13 30	+28	+27	+25	+22	+20	+17	+12	13 30	—3·1
14 0	+27	+25	+23	+19	+17	+13	+ 6	14 0	—2·9

Ursa minor. (Der kleine Bär.) Sternbild des PTOLEMAUS am Nordpol des Himmels, welchen es bis 88° Declination, sammt dem Polarstern, α Ursae minoris, vollständig umschliesst.

Die Grenzen sind:

Von $7^h\ 20^m$, $+88°$, Stundenkreis bis $+86°$, Parallel bis $15^h\ 20^m$, Stundenkreis bis $+80°$, Curve bis $13^h\ 20^m$, $+75°$, Stundenkreis bis $+66°\ 30'$, Parallel bis $16^h\ 0^m$, Stundenkreis bis $+70°$, Parallel bis $17^h\ 20^m$, Stundenkreis bis $+81°\ 30'$, Parallel bis $19^h\ 20^m$, Stundenkreis bis $+86°\ 30'$, Parallel bis $20^h\ 40^m$, Stundenkreis bis $+88°$, Parallel bis $7^h\ 20^m$.

Nach HEIS enthält das Sternbild: 2 Sterne 2ter Grösse, 1 Stern 3ter Grösse, 3 Sterne 4ter Grösse, 8 Sterne 5ter Grösse, 40 Sterne 6ter Grösse, somit im Ganzen 54 dem blossen Auge erkennbare Sterne.

Ursa minor grenzt an Camelopardalus, Draco und Cepheus.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
400	Σ 93	2·0	$1^h\ 22^m{\cdot}5$	+88° 46′	6413	Σ 3125	—	$15^h\ 24^m{\cdot}4$	[illegible]
3400	Σ 1150	8·9	7 11·7	+86 35	6435	Σ 1958	7·8	15 28·5	[illegible]
4421	Σ 1410	8	10 20·2	+86 35	6490	Σ 1972	6	15 34·9	+80 [illegible]
4431	OΣ 214	7·8	10 21·7	+86 38	6520	Σ 1980	8	15 38·8	+81 [illegible]
4600	Σ 1455	8·9	10 43·1	+86 17	6497	Σ 1975	7	15 41·7	+67 [illegible]
5120	Σ 1583	7·8	11 55·3	+87 33	6547	Σ 1989	7·8	15 45·0	+80 [illegible]
5597	Σ 1717	8·9	12 6·6	+89 14	6555	Σ′1762	4·5	15 47·5	+78 [illegible]
5653	Σ′1537	8·2	13 29·1	+72 18	6677	Σ 1997	8·9	15 51·2	+78 [illegible]
5666	Σ 1767	8	13 31·1	+68 15	6617	Σ 2002	8	15 52·3	+85 [illegible]
5688	Σ 1771	7·8	13 34·1	+70 17	6622	Σ 2013	8	16 0·1	+76 [illegible]
5746	h 2685	10	13 41·7	+69 12	6663	Σ 2034	7·8	16 0·6	+83 [illegible]
5747	Σ 1784	8	13 41·9	+69 43	6630	Σ 2020	8·9	16 2·5	+76 [illegible]
5799	OΣ² 127	6·7	13 48·7	+68 49	6637	OΣ² 143	7	16 5·2	+70 [illegible]
5911	Σ 1822	8	14 8·2	+73 17	6671	Σ 2036	8·9	16 10·2	+72 [illegible]
6136	Σ 1887	8·9	14 13·1	+87 53	6672	h 3345	—	16 10·2	+72 [illegible]
5960	Σ 1836	8·9	14 16·1	+69 41	6756	Σ 2066	8·9	16 24·8	+78 [illegible]
5976	Σ 1840	6	14 17·9	+68 14	6782	Σ 2075	8·9	16 26·6	+80 [illegible]
5990	Σ 1845	8	14 21·0	+72 23	6788	Σ 2077	8	16 29·8	+76 [illegible]
6018	h 2727	9	14 25·2	+70 45	6825	Σ 2099	8	16 38·5	+70 [illegible]
6046	Σ′1637	4·5	14 27·7	+76 8	6920	Σ 2125	8	16 51·7	+82 [illegible]
6045	Σ 1859	8	14 27·8	+73 30	6939	Σ′1908	4·5	16 56·1	+82 [illegible]
6064	h 2738	9	14 31·9	+77 1	6923	Σ 2126	8	16 59·3	+71 [illegible]
6111	h 2746	9	14 39·0	+70 10	6947	Σ 2134	8	17 2·3	+76 [illegible]
6166	h 2754	11·12	14 45·7	+77 32	7291	OΣ 340	7·8	17 32·8	[illegible]
6280	Σ 1915	8	14 48·3	+86 23	7344	Σ 2299	8	17 55·2	+84 [illegible]
6194	Σ′1674	2	14 51·0	+74 34	7469	Σ′2112	4	18 4·8	+86 [illegible]
6224	S 666	—	14 55·6	+75 18	7417	OΣ 349	7	18 9·1	+83 [illegible]
6223	Σ 1905	8	14 56·1	+71 14	8256	Σ 2614	8·9	19 14·6	+88 [illegible]
6233	Σ 1906	8	14 57·6	+71 31	8664	h 2985	5·6	19 22·5	[illegible]
6332	Σ 1933	8	15 8·4	+79 27	8577	h 2971	9	19 49·2	+88 [illegible]
6316	Σ 1928	8·9	15 9·4	+72 50	9862	h 3159	9·10	21 49	[illegible]
6366	Hh 473	—	15 17·1	+71 35	9899	h 3170	9·10	21 54	+88 [illegible]
6394	Σ′1723	3	15 20·8	+72 11	9812	h 3154	9·10	21 59	[illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
499'	$8^h\ 18^m$–	+86° 6'	*pF, S, mbM,* * *nf*
5141	13 20·0	+71 2	◯?, *cB, S, R, gslbM*
5283	13 38·3	+68 11	*F, S, stell*
5314	13 44·8	+70 50	*vF, cS, stell, eF* * *v nr*
945'	13 45·8	+72 33	*eeF, S, R, 2 st nf*
5340	13 47·3	+73 8	*eF, S, R*
5344	13 47·5	+74 25	*vF, S, R*
954'	13 47·8	+71 41	*eeF, S, R, B* * *f*
5412	13 55·7	+74 4	*pF, S, R, D* * *p*
5415	13 56·0	+71 13	*eF, vS, R, 2 F st nr*
1005'	14 17·0	+72 3	*F, S, R, bM*
5607	14 18·2	+72 2	*pF, cS, iR, bM, er*
5620	14 20·7	+72 5	*eF, vS*
5671	14 27·2	+70 5	*vF, pL, R, bM*
5712	14 32·1	+79 16	*vF, S, R, S Cl p*
1046'	14 36·4	+69 28	*eF, S, R, D* * *f*
5808	14 53·0	+73 26	*vF, S, iR, bet 2 st*
1083'	14 54·1	+68 50	*eeF, S, R*
5819	14 54·5	+73 31	*F, pL,* △ *2 st*
5832	14 57·6	+72 5	*pB, cL, iR, bp, r*
5836	14 57·7	+74 14	*eF, vS, lE, 2 st inv*
1110'	15 10·6	+67 38	*eeF, S, mE*
1114'	15 12·6	+75 49	*vF,* ? nur * 13
5909	15 12·6	+75 44	*vF, vS*
5912	15 13·0	+75 44	*vF, vS*
5939	15 24·1	+69 5	*pB, pS, lE*
1129'	15 31·3	+68 35	*vF, pS, iR, D* * *nf*
1139'	15 38·8	+82 56	*eeF, S, lE, v diffic*
1143'	$15^h\ 40^m·1$	+82° 47'	*pF, vS, R,* * *nr*
1145'	15 47·0	+72 46	*eeF, pS, R*
6011	15 47·3	+72 28	*vF, S, E 90° ±, vS* * *f*
1146'	15 48·2	+69 43	*vF, pS, R, 2 st nr*
1147'	15 49·9	+69 53	*eeF, S, R*
1154'	15 52·7	+70 40	*vF, pS, R*
1164'	15 55·4	+70 52	* 13 mit *neb* ?
6048	15 58·6	+70 58	*F, R, bM*
1187'	15 59·4	+70 50	* 13 mit *neb*
6068	16 0·6	+79 15	*vF, vS, lE 0°, r*
6071	16 3·4	+70 40	*eF, vS*
6091	16 8·2	+70 10	*vF, vS, R,* * *n*
6094	16 8·3	+72 43	*eF, vS, lE*
6217	16 37·4	+78 24	*B, cL, lE, slbM*
6251	16 43·2	+82 47	*eF, S, bM*
6252	16 43·2	+82 50	*vF, vS*
6232	16 44·0	+70 49	*pF, pL, lE*
6236	16 45·0	+70 57	*F, pL*
6237	16 45·0	+70 49	*eF, S, E*
6245	16 46·3	+70 59	*vF, pL, R*
6248	16 46·9	+70 31	*eeF, pL, R, v diffic*
6324	17 7·9	+75 34	*vF, S, E, S* * *s*
6331	17 8·4	+78 44	*eF, S*
6340	17 12·0	+72 25	*eF, pL, R, vgmbM*
1251'	17 12·1	+72 32	*eeF, pS, R*
1254'	17 13·6	+72 33	*eeF, pS, R, v diffic*
6424	17 37·0	+70 2	*vF, pS, R*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
S Ursae minoris	$15^h 33^m 27^s$	+78° 58'·3	7·4	11·5	1890 Sept. 4 + 328^d *E*
R "	16 31 18	+72 28·7	8·6—9·0	10·0—10·5	irregulär periodisch.

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	$13^h 10^m 13^s$	+69° 54'·2	5·3	*O*
2	13 14 4	+68 9·1	8·0	*RG*
3	13 27 46	+76 8·4	5·0	*O*
4	13 51 2	+74 33·8	2·1	*G*
5	14 17 10	+72 11·2	5·5	*G*
6	14 34 21	+77 41·0	5·0	*F*
7	$16^h 31^m 18^s$	+72° 28'·7	*var*	*R*, *R* Urs. min.
8	19 22 32	+88 59·3	6·5	*O*
9	19 58 54	+88 50·5	*var*	R^2, *R* Cephei

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

$\Delta\alpha$ in Secunden $\Delta\delta$ in Minuten

α \ δ	+65°	+70°	+75°	+80°	+82°	+84°	+86°	+87°	+88°	+89°	α	Δδ
7h 0m							+215	+277	+400		7h 0m	−0·8
7 30							+207	+267	+384		7 30	−1·3
8 0							+196	+256	+362		8 0	−1·6
8 30							+183	+233	+335		8 30	−2·0
9 0							+166	+211	+301		9 0	−2·3
9 30							+147	+187	+264		9 30	−2·6
10 0							+127	+159	+222		10 0	−2·9
10 30							+104	+129	+177		10 30	−3·1
11 0							+ 80	+ 97	+130		11 0	−3·2
11 30							+ 56	+ 64	+ 81		11 30	−3·3
12 0							+ 31	+ 31	+ 31	+ 51	12 0	−3·4
12 30							+ 6	− 2	− 19	− 69	12 30	−3·3
13 0	+24	+21	+18	+11			− 18	− 35	− 68		13 0	−3·2
13 30	+20	+17	+12	+ 2			− 42	− 67	−115		13 30	−3·1
14 0	+17	+13	+ 6	− 7			− 65	− 97	−160		14 0	−2·9
14 30	+14	+ 9	+ 1	−15			− 85	−125	−202		14 30	−2·6
15 0	+11	+ 5	− 4	−23	−34	−53	−104	−149	−239		15 0	−2·3
15 30	+ 8	+ 2	− 9	−29	−45	−69	−121	−171	−273		15 30	−2·0
16 0	+ 6	− 1	−12	−35	−51	−79	−134	−194	−300		16 0	−1·6
16 30		− 3	−15	−39	−57	−86	−145	−205	−322		16 30	−1·3
17 0		− 4	−17	−42	−61	−91	−153	−215	−338		17 0	−0·8
17 30		− 5	−18	−44	−63	−95	−158	−222	−348		17 30	−0·4
18 0		− 6	−19	−45	−64	−96	−160	−224	−352		18 0	0·0
18 30				−44	−63	−95	−158	−222	−348		18 30	+0·4
19 0				−42	−61	−91	−153	−215	−338	−708	19 0	+0·8
19 30				−39	−57	−86	−145	−205	−322	−676	19 30	+1·3
20 0									−300		20 0	+1·6
20 30									−273		20 30	+2·0
21 0									−239		21 0	+2·3
21 30									−202	−435	21 30	+2·6
22 0									−160	−351	22 0	+2·9

Virgo. (Die Jungfrau.) Sternbild im PTOLEMAI'schen Thierkreise, am Aequator liegend. Anfangs als »die Ernährerin« dargestellt, deshalb auch die Kornähre, welche die Figur in der Hand trägt und nach welcher der hellste Stern, Spica, seinen Namen bekommen hat.

Das Sternbild ist bekannt durch seinen Reichthum an Nebelflecken.

Für das Folgende sind die Grenzen in nachstehender Weise angenommen worden:

Von $11^h\,32^m$, $+11°$, Stundenkreis bis $-6°$, Parallel bis $11^h\,50^m$, Stundenkreis bis $-11°$, Parallel bis $12^h\,50^m$, Stundenkreis bis $-22°$, Parallel bis $14^h\,15^m$, Stundenkreis bis $-8°$, Parallel bis $14^h\,40^m$, Stundenkreis bis $0°$, Aequator bis $15^h\,10^m$, Stundenkreis bis $+8°$, Parallel bis $14^h\,40^m$, Stundenkreis bis $+7°$, Parallel bis $13^h\,26^m$, Stundenkreis bis $+15°$, Parallel bis $12^h\,0^m$, Stundenkreis bis $+11°$, Parallel bis $11^h\,32^m$.

Mit blossem Auge sichtbare Objecte zählt HEIS: 1 Stern 1ter Grösse, 6 Sterne 3ter Grösse, 9 Sterne 4ter Grösse, 19 Sterne 5ter Grösse, 144 Sterne 6ter Grösse und 2 Variable, zusammen also 181.

Virgo grenzt im Norden an Coma Berenices und Bootes, im Osten an Serpens und Libra, im Süden an Hydra, Corvus und Crater, im Westen an Leo.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4996	Σ 1560	6	11h 33m·3	— 1° 53′	5154	Σ 1595	8·9	11h 59m·2	+ 7° 58′
5003	h 184	11	11 33·9	+10 34	5157	Σ 1597	8·9	11 59·8	+ 9 44
5004	h 2580	9·10	11 34·2	+ 6 44	5158	Σ 1598	8·9	11 59·9	+ 3 58
5007	h 185	11	11 34·7	+10 18	5159	h 1208	12	12 0·0	— 8 34
5012	h 186	11	11 35·1	— 2 47	5162	h 198	8	12 0·4	— 5 17
5018	h 1193	9	11 35·5	+ 5 28	5174	h 1209	10·11	12 1·5	—16 28
5023	h 187	11	11 36·0	+10 24	5176	h 1210	9	12 1·8	+ 6 23
—	β 792	8·3	11 36·6	+ 3 26	5181	h 199	9	12 2·5	+13 22
5028	h 1194	10	11 37·2	+ 0 36	5182	h 2597	10	12 2·8	+ 7 22
5031	Σ 1568	8·9	11 38·1	+ 1 19	5186	h 1211	10	12 3·7	— 2 43
—	β 793	9·6	11 38·4	+ 7 7	5187	Σ 3078	8·9	12 4·0	+11 51
5042	h 1196	8·9	11 40·4	+ 4 28	5188	Σ 1604	5·6	12 4·3	—11 17
5046	Σ 1571	8·9	11 41·2	+ 9 38	5191	h 1213	9	12 5·2	— 5 54
5048	h 188	15	11 41·3	— 0 40	5192	h 1605	8	12 5·4	— 1 41
5053	h 1197	11	11 42·1	+ 3 0	5202	h 845	10	12 6·5	— 7 2
5056	H h 380	6·0	11 42·8	+ 8 48	5214	Σ 1612	9	12 7·5	+11 20
5060	h 189	11	11 43·1	— 2 23	5221	h 2603	7	12 9·0	+12 43
5062	h 1199	10	11 43·4	+ 1 20	5223	h 203	6	12 9·1	— 5 9
5070	h 190	9	11 44·9	— 4 17	5224	Σ 1616	7	12 9·3	+ 9 21
5074	Σ′ 1351	3·5	11 45·4	+ 2 20	5227	h 204	8·9	12 9·9	— 0 46
5077	h 1202	11	11 46·0	+ 4 40	5228	Σ 1617	—	12 10·0	+ 8 6
5081	Σ 1575	7·8	11 46·8	+ 9 24	5229	Σ 1618	8·9	12 10·0	+10 33
5085	h 192	11	11 46·9	— 2 25	5230	Σ 1619	7	12 10·0	— 6 42
5086	Σ 3075	8·9	11 47·2	+ 8 7	5234	h 1214	10	12 10·6	+ 1 25
5093	Σ 1578	9	11 48·3	+ 4 14	5235	Σ 1620	8·9	12 10·7	+ 9 36
5096	h 1203	10	11 48·6	+ 4 6	5236	h 846	10	12 10·8	— 7 25
5104	Σ 1580	9	11 50·4	+ 4 6	5237	Σ 1621	10	12 10·9	+ 6 12
5106	h 2591	8·9	11 50·5	+ 6 23	5240	Σ 1623	9	12 11·3	+ 5 16
5111	Σ 1584	9	11 51·5	— 4 3	—	β 796	8·0	12 12·3	+ 7 9
5114	Σ 3076	9	11 51·8	— 4 38	5250	Σ 1627	6	12 13·0	— 3 23
5118	h 1204	9·10	11 53·1	+ 4 7	5252	h 1216	8·9	12 13·6	+11 51
5121	Σ 3077	9	11 54·0	+ 9 43	5253	Σ 1628	8·9	12 13·6	+12 22
5122	h 195	14	11 54·3	— 2 41	5256	h 206	12	12 13·9	— 1 4
5124	h 196	11	11 54·5	— 0 57	5257	Σ 1629	8·9	12 14·0	+ 3 32
5135	Σ 1589	8·9	11 55·5	+ 0 40	5265	h 847	11	12 14·9	+11 5
5138	Σ 1591	7·8	11 56·3	+ 0 11	5267	h 2609	—	12 15·3	+ 5 49
5140	OΣ² 116	7	11 56·9	+ 0 40	5268	h 207	10	12 15·6	+14 59
5143	h 1205	10	11 57·6	+ 4 58	5272	Σ 1635	8	12 16·0	—10 55
5144	h 1206	11	11 57·6	+ 4 55	5275	OΣ 247	7	12 17·2	+ 3 51
5149	Σ 1593	8·9	11 58·4	— 1 53	5276	Σ 1636	6	12 17·5	+ 5 52
5150	h 2594	10	11 58·6	+ 6 28	5286	h 209	9	12 18·8	— 2 29

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5288	OΣ 248	7	12h 19m·0	+ 6° 31′
—	β 922	8·0	12 21·0	— 3 56
5303	h 210	9	12 21·8	— 2 58
5307	Σ 1644	9	12 22·3	+ 7 57
—	β 923	6·8	12 23·2	+ 4 57
5318	Σ 1648	7·8	12 25·5	+ 4 4
5319	Σ 1647	7·8	12 25·5	+10 17
5322	Σ′1429	8·2	12 26·1	+ 1 53
5324	Σ 1649	7·8	12 26·4	—10 31
5328	h 211	12	12 27·2	— 1 21
5331	h 1217	8	12 27·9	— 1 44
5332	h 212	9	12 28·4	+10 46
—	β 797	8·5	12 29·4	+ 6 31
5341	Σ 1658	8·9	12 30·2	+ 8 0
5350	Σ 1661	8	12 31·0	+11 58
5351	h 848	11	12 31·1	— 7 45
5357	h 2616	—	12 32·5	+14 20
5358	Σ 1664	8·9	12 33·1	—10 58
5360	Σ 1665	9	12 33·5	— 4 46
5362	Σ′1447	6·8	12 33·6	— 3 49
5364	h 1220	10·11	12 34·0	— 1 0
5365	Σ 1666	8	12 34·1	+14 53
5371	Σ 1668	8	12 35·8	+ 9 28
—	β 607	8·5	12 36·0	— 0 54
5376	Hh 401	7·0	12 36·5	+10 59
5377	Σ 1670	3	12 36·6	— 0 54
—	β 924	5·8	12 36·9	+ 7 21
5379	Hh 403	—	12 37·0	+ 8 35
5385	Σ 1673	9	12 37·8	— 1 42
5388	h 215	12	12 38·6	— 4 15
5389	Σ 1674	9	12 38·7	+ 8 6
5397	Σ 1677	7	12 40·2	— 3 20
5401	Σ 1678	6·7	12 40·4	+14 55
5403	h 217	—	12 40·9	+10 42
5404	OΣ 255	7.	12 41·2	+ 3 0
—	β 459	8·5	12 43·0	+ 4 1
5410	S 642	—	12 43·8	+14 33
5412	Σ 1681	8·9	12 44·5	+ 4 22
5416	Σ 1682	7·8	12 46·2	— 9 48
5418	Σ 1683	9	12 46·5	— 5 35
5419	h 849	11	12 46·9	+10 10
5423	h 2621	9	12 47·4	+ 7 45
5427	Σ 1686	8	12 48·0	+15 34
5441	S.C.C.464	—	12 50·6	+ 3 56
5439	Σ 1689	6·7	12 50·7	+12 2
5442	h 850	10	12 50·9	+ 8 45
5443	Σ 1690	7·8	12 51·1	— 4 19
5445	OΣ 256	7	12 51·3	— 0 25
5448	Σ 1693	8	12 51·6	+ 7 34
5450	h 2624	9	12 52·6	—16 37
—	β 926	8·1	12h 53m·2	— 5° 39′
5464	Σ 1703	8	12 54·1	+ 8 26
5465	Σ 1701	8	12 54·3	+ 7 3
5466	Σ 1704	6	12 54·5	— 3 17
5468	Σ 1706	8·9	12 55·0	+ 0 53
5470	h 1224	11	12 55·4	— 5 32
5473	Σ 1705	9	12 55·8	+14 55
5479	Σ 1708	9	12 57·1	+ 7 49
5478	h 2630	11	12 57·2	—16 58
5480	S.C.C.369	2·6	12 57·2	+11 30
—	β 927	8·3	12 57·6	— 5 59
5481	h 1225	11	12 57·7	— 1 27
5483	Σ 1711	8·9	12 57·9	+14 0
5484	Σ 1710	8·9	12 58·0	+10 58
—	β 928	7·8	12 58·2	— 6 3
—	β 929	6·2	12 58·7	— 3 7
5487	Σ 1712	8·9	12 58·8	+ 9 59
5495	Σ 1716	8	12 59·5	+ 9 11
5496	h 2635	12	12 59·7	+ 4 12
—	β 798	8·1	13 0·7	—17 27
5503	h 2637	8	13 1·5	—20 38
5509	Σ 1719	8	13 2·3	+ 1 7
5511	h 2640	8·9	13 2·6	+12 48
5513	Σ 1721	9	13 3·4	+ 1 39
5516	h 2641	12	13 3·9	+ 8 31
5519	Σ 1725	8	13 4·6	— 7 8
5521	S 647	—	13 4·8	— 2 8
5520	Σ 1724	4	13 4·8	— 5 1
5525	h 1227	11	13 5·4	+ 4 10
—	β 609	7	13 5·5	— 4 24
—	β 931	6·7	13 5·8	+13 51
5530	h 2645	5·0	13 6·7	—15 40
5537	h 1228	10	13 7·8	— 2 18
—	β 221	8	13 8·0	—14 55
5538	Σ′1507	7·0	13 8·1	—18 17
5539	Σ 1731	8·9	13 8·1	— 2 1
5540	h 221	9	13 8·1	+11 45
5548	h 2647	7	13 9·5	+11 52
5550	Σ′1510	7·6	13 9·7	—10 49
5554	h 2648	8	13 11·7	—12 58
5557	h 1229	10	13 12·1	— 3 32
5560	Hh 414	5·0	13 13·4	—17 44
5562	h 222	8	13 14·2	+12 11
5570	Σ 1734	7·8	13 15·6	+ 3 28
5573	Σ 1735	10	13 16·8	+ 3 21
—	β 1084	7·1	13 17·0	— 4 8
5575	h 225	12	13 17·2	—10 59
5577	Σ 1736	8·9	13 17·4	—12 40
5581	Σ 1738	8·9	13 17·9	—14 24
—	β 610	6·8	13 18·5	—20 25

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5586	Σ 1740	7·8	$13^h\ 18^m{\cdot}6$	+ 3° 14'
5587	*h* 226	12	13 18·6	+14 31
5588	Σ 1741	8·9	13 19·1	− 1 35
5590	Σ 1742	7·8	13 19·2	+ 1 55
—	β 460	8·0	13 19·7	−15 6
5591	Σ' 1520	1	13 19·9	−10 38
5595	OΣ 265	7	13 20·0	+ 1 22
5593	Σ 1743	8	13 20·1	− 7 14
—	β 237	8	13 21·2	+14 52
5601	*h* 227	—	13 21·4	+11 4
—	β 1107	8·5	13 21·7	−21 50
5606	*h* 1232	9	13 22·6	+ 7 26
5608	Σ 1746	8	13 23·2	+ 9 59
5611	*h* 2653	9	13 23·8	−17 31
—	β 113	8·5	13 24·1	+12 0
5616	*h* 2654	10·11	13 24·7	−13 59
5620	*h* 2656	10	13 25·0	−12 25
5622	Σ 1750	6	13 25·2	− 5 57
5623	Σ 1751	8	13 25·7	+ 9 50
5630	Σ' 1529	8·0	13 27·1	−12 9
5631	*h* 2658	5	13 27·5	−14 51
—	β 114	8	13 29·0	− 8 6
5637	*S* 650	—	13 29·1	−12 56
5639	Σ 1757	8	13 29·2	+ 0 12
—	β 932	6·1	13 29·5	−12 42
5644	*h* 1233	10	13 30·1	−16 20
5657	*h* 1235	11·12	13 31·7	− 1 8
5660	Σ 1762	9	13 32·3	−10 18
5662	Σ 1763	7·8	13 32·3	− 7 22
—	β 611	8·5	13 32·3	−14 13
5665	Σ 1764	7·8	13 32·6	+ 2 53
5669	Σ 1765	9	13 32·8	+ 2 52
5670	*h* 2666	9	13 33·1	−14 20
5668	*h* 2665	8	13 33·1	−18 57
5676	*h* 1236	10·11	13 34·2	− 4 6
5678	*h* 1237	11	13 34·2	− 1 5
5694	*h* 2669	10	13 36·4	−13 48
5702	*h* 1239	9	13 37·5	− 4 46
5704	Σ 1777	6	13 38·0	+ 4 3
5705	Σ 1775	7	13 38·3	− 3 46
5711	*h* 2674	9	13 39·5	−19 24
5715	Σ 3081	9	13 39·9	−11 18
5717	*S* 652	—	13 40·0	−10 3
—	β 223	8	13 40·0	− 2 49
5719	*h* 2677	6	13 40·3	−15 16
5721	*Winnecke* 5	9	13 40·3	− 2 31
—	β 115	8	13 40·4	+10 23
5722	Σ 1780	6	13 40·6	−11 55
—	β 935	5·5	13 40·6	−11 55
5726	Σ 1781	8·9	13 41·1	+ 5 37
5735	*h* 1241	9	$13^h\ 42^m{\cdot}7$	− 2° 41'
5743	*h* 2683	11	13 43·4	−16 15
5744	*h* 2684	11	13 43·4	−16 18
5750	*h* 1242	11	13 44·4	+ 5 54
5764	*h* 1243	—	13 46·2	− 5 34
5765	*h* 2687	10	13 46·5	−19 25
5779	*h* 2690	9·10	13 48·2	+ 5 43
5784	*h* 2691	11	13 49·5	−14 13
5789	Σ 1788	7	13 49·7	− 7 34
5800	Σ 1790	9·10	13 50·9	− 4 8
5802	Σ 3082	8·9	13 51·4	− 9 33
5803	OΣ 273	7·8	13 51·4	+ 5 44
—	β 461	7·5	13 51·6	+ 3 28
5804	*h* 4637	9	13 51·8	−12 4
5805	*h* 2692	9	13 52·3	−16 48
5812	*h* 2693	9	13 53·5	+19 34
5819	*h* 4640	9	13 55·9	− 9 54
5820	*h* 2696	9·10	13 56·0	−13 40
5822	*Hh* 432	4·0	13 56·5	+ 2 1
5827	*h* 2698	9·10	13 58·1	−17 58
5836	Σ 1799	8	13 59·6	− 6 4
5839	Σ' 1577	8·0	14 0·1	−17 35
5843	Σ 1801	9	14 0·4	+ 6 27
5848	*h* 1245	12	14 1·4	−16 40
5855	*h* 2701	9	14 2·5	+ 6 26
5854	Σ 1802	8·9	14 2·7	−12 33
5859	*h* 1246	9	14 3·1	+ 0 41
—	β 1109	9·0	14 4·3	+ 5 8
5871	Σ 1805	9	14 4·9	+ 4 30
—	β 803	7·8	14 5·8	− 2 12
5881	Σ 1807	8	14 6·2	− 2 51
5882	*h* 2702	11	14 6·6	−17 16
5883	*h* 3343	6	14 7·2	+ 2 53
5886	σ 453	4·3	14 7·6	− 9 49
5888	*h* 541	—	14 8··	−10 28
5890	Σ 1811	8	14 8·2	− 8 32
5895	Σ 1813	9	14 8·4	+ 5 52
—	β 939	8·0	14 8·8	− 8 4
—	β 225	7	14 8·9	−19 32
5905	*Hh* 436	—	14 9·9	+ 2 7
5907	Σ 1819	8·9	14 10·3	+ 3 36
5917	Σ 1824	8	14 11·3	+ 6 32
5916	*h* 1249	9	14 11·5	−15 59
5920	*h* 1250	9·10	14 12·0	+ 1 31
5931	*h* 2707	13	14 13·7	−12 58
5934	Σ 1832	9	14 13·9	+ 4 21
—	β 116	8	14 14·1	−13 15
5948	*h* 1253	11	14 16·4	+ 0 17
5952	Σ 1833	7·8	14 17·3	− 7 19
5984	*h* 1254	10	14 21·0	+ 2 34

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
5987	Σ 1842	9	14h 21m·9	+ 4° 8′
5993	Σ 1846	5	14 23·0	− 1 48
—	β 462	9·5	14 24·8	− 3 16
6002	Σ 1852	7	14 24·8	− 3 49
—	β 941	8·2	14 30·7	+ 0 41
6043	*h* 1256	10	14 30·7	+ 0 12
—	β 804	8·1	14 32·7	− 8 14
6063	*h* 1257	10	14 36·0	+ 3 58
6075	Σ 1869	8	14 37·4	− 5 32
—	β 807	8·0	14 37·7	− 6 23
6082	*h* 5486	8	14 38·5:	+ 2 11
6093	*h* 2743	9	14 38·8	+ 6 8
6111	Σ 1881	7	14 42·0	+ 1 22
—	β 1113	6·2	14 42·4	+ 2 27
6124	Σ 1883	7	14 43·9	+ 6 24
6134	Σ 1885	8	14 45·5	+ 0 23
6143	*h* 5490	7·8	14 46·[illegible]	+ 3 8

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6157	*O*Σ² 131	7	14h 48m·7	[illegible]
6167	*h* 1259	7·8	14 50·4	[illegible]
6190	*h* 1263	10	14 54·2	[illegible]
6203	*h* 1265	13·14	14 56·1	[illegible]
6205	*h* 1266	9·10	14 56·3	[illegible]
6207	*Hh* 460	6·2	14 56·7	[illegible]
6208	*h* 2760	9·10	14 56·7	[illegible]
6214	Σ 1903	8·9	14 57·8	[illegible]
6215	Σ′ 1680	6·0	14 57·8	[illegible]
6222	Σ 1904	8	14 59·1	[illegible]
6236	*h* 2762	10	15 1·6	[illegible]
6238	*h* 1268	9	15 1·6	[illegible]
6258	Σ 1912	9	15 4·1	[illegible]
6281	*h* 3344	14	15 7·7	[illegible]
6292	*h* 1269	8·9	15 9·0	[illegible]
6295	*h* 1270	9	15 9·1	[illegible]
6296	Σ 1922	9	15 9·2	[illegible]

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
3776	11h 33m·5	− 2° 51′	*eF, vS*
716′	11 33·9	+ 0 21	*vF, S, lbM*
718′	11 34·7	+ 9 26	*vF, S*
719′	11 35·2	+ 9 34	*F, pL, lE* 45°, *bM*
3817	11 36·7	+10 52	*F*
3818	11 36·8	− 5 36	*F, pS, R, psbM*
3819	11 36·9	+10 53	*vF*
3820	11 36·9	+10 56	*eF, eS*
3822	11 37·0	+10 50	*pF, pS*
720′	11 37·2	+ 9 20	*F, S, R*
3825	11 37·2	+10 49	*pF, pS*
722′	11 37·5	+ 9 37	*eF, vS*, * 10 *nf* 2′
724′	11 38·3	+ 9 36	*F, lE* 45°, *S, bM*
3833	11 38·3	+10 40	*eF, pS*
725′	11 38·4	− 1 7	*F, vS, lEns*, * 11 *n* 1′
3843	11 38·8	+ 8 30	*F, Espnf*, * 11 *p*
3848	11 39·0	+10 51	*eF, vS*
3849	11 39·0±	+ 3 43±	*F, S, F* * 2′ *sp*
3852	11 39·3	+10 51	*eF, vS*
728′	11 39·7	− 1 3	*vF, S, R*
3863	11 39·9	+ 9 1	*vF, mE* 70′, *glbM*
3876	11 40·3	+ 9 45	*vF, r*
730′	11 40·5	+ 3 47	*F, vS, R, gbM, r*
3874	11 40·7	+ 9 6	*vF, vS*, vermuthet

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
735′	11h 43m·0	+10° 46′	[illegible]
738′	11 43·8	− 4 7	[illegible]
3907	11 44·4	− 0 32	[illegible]
3914	11 45·4	+ 7 8	[illegible]
3915	11 45·4	− 4 35	[illegible]
741′	11 45·4	− 4 17	[illegible]
3952	11 48·5	− 3 27	[illegible]
745′	11 49·0	+ 0 41	[illegible]
3959	11 49·5	− 7 12	[illegible]
3965	11 50·0	−10 19	[illegible]
3967	11 50·1	− 7 17	[illegible]
3976	11 50·8	+ 7 18	[illegible]
3979	11 50·9	− 2 8	[illegible]
747′	11 52·0	− 7 44	[illegible]
748′	11 52·3	+ 8 1	[illegible]
4006	11 53·0	− 1 34	[illegible]
4012	11 53·3	+10 35	[illegible]
753′	11 54·1	+ 0 2	[illegible]
754′	11 54·3	− 1 6	[illegible]
4029	11 54·9	+ 8 45	[illegible]
4030	11 55·3	− 0 33	[illegible]
4043	11 57·2	+ 4 34	[illegible]
4044	11 57·4	+ 0 21	[illegible]
4045	11 57·6	+ 2 32	[illegible]

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4046	11h 57m·6	+ 2° 18'	*F, pS,* Δ 2 *Fst*
756'	11 57·8	+ 5 25	*vF, pL*
4058	11 58·7	+ 4 6	*vF, pS, R, bM*
4063	11 59·0	+ 2 24	*eF, vS,* granuliert
4073	11 59·3	+ 2 27	*F, pS, R, pgbM*
4075	11 59·4	+ 2 38	*F, S, R*
4077	11 59·5	+ 2 21	*cF, cS, vlE, bM*
4079	11 59·7	− 1 49	*F, L, R,* * 10 *n* 1'
4082	12 0·0	+11 13	*vF, vS, lE, lbM*
4083	12 0·1	+11 10	*eF, vS*
4107	12 1·6	+11 9	*pB, S, lE,* * 10·11 *np*
4116	12 2·5	+ 3 14	*vF, E,* winkelförmig
4119	12 2·7	+10 6	*lE*
4123	12 3·0	+ 3 26	*cF, vL, E* 90° ±, *bMN*
4124	12 3·1	+10 56	*pB, pL, mE* 118°, *bM, r*
4129	12 3·7	− 8 29	*F, pL, pmE* 95° ±, *vglbM*
4130	12 3·8	− 3 28	*pE, lbM,* * 13 *p*
4139	12 4·4	+ 2 21	*F, S, diffic* } *D neb*
4140	12 4·5	+ 2 21	*F, S, diffic* }
767'	12 5·9	+12 40	*F, vS, stell, N* = 14 *m*
768'	12 6·7	+12 42	*vF, pS, R, gbM*
4164	12 7·0	+13 45	*vF*
4165	12 7·0	+13 47	*eF,* * 10 *np*
4168	12 7·2	+13 46	*pB, pL, iF, psbM, r,* * *inv*
769'	12 7·4	+12 41	*vF, pS, vlbM*
4176	12 7·6+	− 8 35	*eF, vS, R, slbM,* * 10 *f*
4178	12 7·6	+11 26	*vF, vL, E* 45°, * 7 *f*
4179	12 7·7	+ 1 51	*pB, pS, pmE* 135° ±, *bMN*
770'	12 7·9	− 4 0	*vF, vS, R,* * 13 *n* 1'
4180	12 7·9	+ 7 36	*pF, S, lE* 0° ±, *r*
4182	12 8·2	+ 4 36	*vS* (? *vS Cl*)
4189	12 8·7	+13 59	*F, L, lE, vglbM, r*
4191	12 8·7	+ 7 46	*cF, R, bM, S* * nahe
4193	12 8·8	+13 44	*vF, pL, E, vgbM*
4197	12 9·5	+ 6 22	*pF, pmE, vgbM*
4200	12 9·6	+12 44	*cF, lE, lbM*
4202	12 10·0±	− 0 37±	*F, irr, F* * 1' *nf*
771'	12 10·1	+13 45	*vF, S, R,* * 3' *s*
4206	12 10·2	+13 36	*F, vmE*
4207	12 10·3	+10 9	*pF, pS, lE,* * 14 *np*
4212	12 10·6	+14 28	*B, L, E* 107°, *gsbM, r*
4215	12 10·8	+ 6 57	*B, pS, E, sbM* * 11
4216	12 10·8	+13 42	*vB, vL, vmE* 17°, *sbMN*
4222	12 11·3	+13 54	*vF, pS, R*
4223	12 11·3	+ 7 15	*pF, pL, R, r* (α = 12m·3?)
4224	12 11·5	+ 8 1	*pB, pS, lE, gbM, r*
4233	12 12·0	+ 8 11	*pF, R, vsbMSN*
4234	12 12·0	+ 4 14	*pB, L, R, gbM*
4235	12 12·1	+ 7 45	*pB, pL, pmE, bM*
4240	12h 12m·3	− 9° 24'	*pB, S,* * 12 *sp*
4241	12 12·3	+ 7 14	*vF, L, vgbM,* * 7 *s*
4243	12 12·4	−10 46	*pB, eS, pB* * *p* nahe
4246	12 12·8	+ 7 45	*eF*
4247	12 12·8	+ 7 51	*F, S, R, bM*
4249	12 12·9	+ 6 9	*F*
773'	12 13·0	+ 6 41	*F, vS, dif,* 2 *vF st inv*
4252	12 13·4	+ 6 8	*F, E*
774'	12 13·7	− 6 12	*F, vS, R, gbM*
4254	12 13·7	+14 59	*!, B, L, R, gbM, r,* spiral
775'	12 13·8	+13 27	*vF, S, stell*
4255	12 13·8	+ 5 20	*S, pmbM*
776'	12 13·9	+ 9 23	*F, pL, R*
4257	12 14·1	+ 6 17	*vF, pS, R,* * 18 *s* 2'
4259	12 14·3	+ 5 56	*F, pS, R*
4260	12 14·3	+ 6 39	*pB, E, psbM*
4261	12 14·3	+ 6 23	*pB, pS, R, gbM*
4264	12 14·5	+ 6 24	*F, pS, R, gbM*
4266	12 14·6	+ 6 7	*pF*
4267	12 14·7	+13 20	*pB, vS, R, vsmbM*
4268	12 14·7	+ 5 50	*pF, S*
4269	12 14·7	+ 6 34	*pF, S, R,* * 9 *f* 1s·7 *n* 85"
4270	12 14·7	+ 6 1	*pB, S, R*
4273	12 14·8	+ 5 54	*pB, L, E, gbM*
4276	12 15·0	+ 8 14	*pF, pL*
4277	12 15·0	+ 5 54	*vF, eS*
4281	12 15·3	+ 5 57	*B, vL, R, pgbM*
4282	12 15·3	+ 6 10	*pF*
4287	12 15·7	+ 6 11	*pF*
4289	12 15·9	+ 4 17	*vF, S,* * 8·5 *f* 12s
4292	12 16·2	+ 5 9	*F, S, R, vglbM,* * 9 *np* 1'
4294	12 16·2	+12 4	*F, L, mE* 135° ±, *biN*
4296	12 16·4	+ 7 13	*vF, vS*
4297	12 16·4	+ 7 13	*eF, eS* (?)
782'	12 16·4	+ 6 19	*eF, S, R*
4299	12 16·6	+12 4	*F, L, lE, vgbM*
4300	12 16·6	+ 5 56	*F, lE, vgbM*
4301	12 16·6	+ 5 16	*F, E*
4303	12 16·8	+ 5 2	*vB, vL, vsbM* *, *biN*
4305	12 16·9	+13 18	*vF, R*
4306	12 16·9	+13 20	*vF, pL, R*
4307	12 17·0	+ 9 36	*pF, L, mE,* 3 Verdichtungen
4309	12 17·1	+ 7 41	*F, S,* * 11 *f* 12s
784'	12 17·4	− 4 0	*vF, pL, mE, pB* * *s*
4313	12 17·5	+12 20	*vF, L, E* 135° ±, *r*
4315	12 17·6	+ 9 52	*vF, vS*
4316	12 17·6	+ 9 53	*vF, S, mE,* 2 Verdichtungen
4318	12 17·7	+ 8 45	*eF,* * 8 *n* 5'

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4320	12h 17m·8	+11° 6′	F, vS
4324	12 18·0	+ 5 48	pB, R oder lE, bM
4325	12 18·0	+11 10	vF, vS, iR
4326	12 18·1	+ 6 38	vF, S, R, bM
4330	12 18·2	+11 55	vF, L, mE
4333	12 18·3	+ 6 36	F, pS, R, bM
4334	12 18·3	+ 8 2	pF, S, R, * v nr
4339	12 18·5	+ 6 38	B, pL, R, bM
4341	12 18·5	+ 7 32	eF, vS, R
4342	12 18·5	+ 7 32	eF, vS, R
4343	12 18·6	+ 7 30	pF, S, E, ? D
4347	12 18·8	− 2 41	—
4348	12 18·8	− 2 54	F, pL, E 70° ±, vlbM
4351	12 18·9	+12 46	F, pL, iR, bM
4352	12 19·0	+11 46	cF, cS, lE
4353	12 19·0	+ 8 22	—
4354	12 19·0	+12 45	eeF, pL, v diffic
4355	12 19·0±	− 0 27	eF, S, R
4356	12 19·1	+ 9 5	vF
4360	12 19·3	+ 9 51	F, F st inv, * 9·5 np
4365	12 19·4	+ 7 52	cB, pL, vlE, glsmbM
4366	12 19·4	+ 7 57	eF
4367	12 19·6	+12 44	vF, S, R
4368	12 19·6	+11 9	vF, vS
4370	12 19·8	+ 8 0	pF, pS, lE, bM
4371	12 19·8	+12 16	B, pS, R, gbM
4374	12 20·0	+13 27	vB, pL, R, psbM, r
4376	12 20·1	+ 6 17	F, S
4378	12 20·2	+ 5 29	B, S, * 8·9 sf 3′
4380	12 20·3	+10 34	vF, pL, R, lbM
4385	12 20·6	+ 1 7	vF, vS, alm stell
4387	12 20·6	+13 22	pF, vS, R, * 13 np 90″
4388	12 20·7	+13 13	vF, E
4390	12 20·8	+11 1	vF, pL, R
4398	12 21·0	+11 14	F, pS
4402	12 21·1	+13 41	F, L, mE 90°
4403	12 21·1	− 7 8	vF, vS, E
4404	12 21·1	− 7 8	vF, vS, E
4406	12 21·1	+13 30	vB, L, R, gbMN, r
4407	12 21·2	+13 12	—
789′	12 21·3	+ 8 2	F, vS, R, N = 14m, vF * nr
4409	12 21·3	+ 3 3	vF, pS, r
4410	12 21·4	+ 9 35	pF, vL, R, gbM
4411	12 21·4	+ 9 25	F, pL
4412	12 21·5	+ 4 31	F, pL, R, gbM, r
4413	12 21·5	+13 10	cF, S, gbM, 2 st np
790′	12 21·5	+ 9 35	vF, vS
4415	12 21·6	+ 8 59	eF, pS
4416	12 21·7	+ 8 29	vF, L, R, * 7 sp 5′

Nummer der Dreyer-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4417	12h 21m·8	+10° 8′	F, pL, E, [illegible]
4418	12 21·8	− 0 20	vF, cL, mE oder [illegible] R, * [illegible]
4420	12 21·9	+ 3 3	F, pL, lE, r [illegible]
4422	12 22·1	− 5 16	F, vS, R, [illegible]
4423	12 22·1	+ 6 26	vF, [illegible]
4424	12 22·1	+ 9 58	F, pL, iR, [illegible]
4425	12 22·2	+13 17	pF, S, R, [illegible]
4428	12 22·3	− 7 37	vF, pL
4429	12 22·4	+11 40	B, L, cE, [illegible]
4430	12 22·4	+ 6 49	cF, L, R, [illegible]
4431	12 22·4	+12 51	vF, vS, iE, [illegible]
4432	12 22·4	+ 6 47	2 st in cF [illegible]
4433	12 22·5	− 7 44	pF, pL, [illegible]
4434	12 22·5	+ 8 42	pF, vS
4435	12 22·6	+13 38	vB, cL, [illegible]
4436	12 22·6	+12 52	cF, S, [illegible]
4437	12 22·7	+ 0 41	F, eE 75°, * [illegible] Ort gilt für *
4438	12 22·7	+13 34	B, cL, vlE, [illegible]
4440	12 22·8	+12 51	B, pS, R, [illegible]
793′	12 22·9	+ 9 59	cF, S, mE, [illegible] drei [illegible]
4442	12 23·0	+10 22	vF, pL, R, [illegible]
4443	12 23·0	+13 41±	F, S
794′	12 23·1	+12 39	F, S, [illegible]
4445	12 23·2	+ 9 59	vF, pL, [illegible]
4446	12 23·2	+14 28	eeF, pS, [illegible]
4447	12 23·3	+14 28	eeF, pS, [illegible]
4451	12 23·6	+ 9 49	pB, pS, R, bM, * [illegible]
4452	12 23·7	+12 19	pB, S, [illegible]
4453	12 23·7	+ 7 4	F, pS, bM, [illegible]
4454	12 23·7	− 1 23	F, L, R, [illegible]
4457	12 23·9	+ 4 8	cF, pS, R, [illegible]
4458	12 23·9	+13 48	pF, S, R, [illegible]
4459	12 23·9	+13 32	pB, pL, [illegible] * [illegible]
4461	12 24·0	+13 44	pF, S, [illegible]
4464	12 24·3	+ 8 43	F, vS, [illegible]
4465	12 24·4	+ 8 35	vF, [illegible]
4466	12 24·4	+ 8 15	vF, pS, [illegible]
4467	12 24·4	+ 8 33	vF, vS, [illegible]
4468	12 24·5	+14 36	F, [illegible]
4469	12 24·5	+ 9 19	pF, pL, [illegible]
4470	12 24·6	+ 8 23	F, pL, [illegible]
4471	12 24·6	+ 8 27	vF, [illegible]
4472	12 24·6	+ 8 33	vF, [illegible]
4473	12 24·8	+13 59	pS
4474	12 24·8	+14 37	pF, [illegible]
4476	12 24·9	+12 54	F, S, [illegible]

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4477	12h 25m·0	+14° 11'	pB, cL
4478	12 25·2	+12 53	pB, S, R, psbM
4479	12 25·3	+14 8	pB, pL
4480	12 25·3	+ 4 48	pF, pS, E, bs
4482	12 25·6	+11 18	eF, pL
4483	12 25·6	+ 9 34	pB, pS, R, bM
4486	12 25·8	+12 57	vB, vL, R, mbM
4487	12 25·8	− 7 32	F, vL, er
4488	12 25·8	+ 8 55	vF, vS, lE
4491	12 25·9	+12 2	F, L, R
4492	12 25·9	+ 8 38	pF, pL, vglbM, 2 st nr
4493	12 26·0	+ 1 11	vF, vS, iR
4496	12 26·5	+ 4 29	F, cL, biN oder D neb
4497	12 26·5	+12 10	vF
4503	12 27·0	+11 44	pB, S, R, gbM
4504	12 27·1	− 7 0	pB, cL, iE, gvlbM, er
4505	12 27·1	+ 4 32	vF, cL, r
4506	12 27·1	+13 58	cF, pmE 90° ±, gbM, * 9 p 8s
4508	12 27·2	+ 6 23	vS, R, sbM * 13
4517	12 28·1	+ 0 38	cB, vL, vmE 89°, pB *
4518	12 28·1	+ 8 24	F, S, R, bM
4519	12 28·4	+ 9 13	F, pL, R, bM, r
4520	12 28·5	− 6 50	vF, S, 2 vS st inv
4522	12 28·6	+ 9 44	eF, pL, lE, vlbM
799'	12 28·8	− 6 49	cF, cS, R, ? eF * att p
4526	12 29·0	+ 8 15	vB, vL, mE 120 ±, psmbM bet 2 st 7
4527	12 29·0	+ 3 12	pB, L, pmE 69°, mbM
4528	12 29·0	+11 52	pF, cS, R, bM, * 9 f 30s
4531	12 29·2	+13 38	F, pL, R, vgbM
4532	12 29·2	+ 7 1	pB, pL, pmE, vgbM, r
4533	12 29·2	+ 2 53	F
4535	12 29·3	+ 8 45	pF, vL, r
4536	12 29·3	+ 2 44	B, vL, mE 110°, sbM, er
4538	12 29·6	+ 3 52	eF, vS, fast R
4541	12 30·0	+ 0 19	F, S, R, gbM
4543	12 30·2	+ 6 40	pF, cS, R, bM
4544	12 30·2	+ 3 36	vF, S, R, bet 2 st
4546	12 30·4	− 3 14	vB, cL, pmE 78°, vsmbMN
4550	12 30·5	+12 46	pB, S, vlE
4551	12 30·6	+12 49	pB, S, R, bM
4552	12 30·6	+13 7	pB, pS, R, gmbM
4554	12 30·6	+11 44	vF
4560	12 31·0	+ 8 13	cB, pL, R, gbM
4564	12 31·4	+11 59	pB, S, lE, psbM
4567	12 31·5	+11 49	vF, L } D neb, pos 160° ±
4568	12 31·5	+11 48	vF, L } D neb, pos 160° ±
4569	12 31·8	+13 43	pL, bMN
4570	12h 31m·8	+ 7° 48'	cB, pS, mE 0° ±, sbMrN
4571	12 31·8	+14 45	vF, L, E, vgbM, * 9 nf nr
4576	12 32·4	+ 4 55	F, * 7 sf
4577	12 32·4	+ 6 37	vF, vS
4578	12 32·5	+10 6	pF, pS, R, sbMN, * np
4579	12 32·7	+12 22	B, L, iR, vmbM, r
4580	12 32·7	+ 5 55	pB, L, vgbM
4581	12 33·0	+ 2 3	F, S, bM stell N
4582	12 33·1	+ 0 44	* 12 in F neb
4584	12 33·3	+13 40	vF, S, R
4586	12 33·4	+ 4 52	pB, L, E, psbM
4587	12 33·5	+ 3 12	F, pS, mbM
4588	12 33·8	+ 7 21	vF, cS
4591	12 34·2	+ 6 34	vF, cS
4592	12 34·2	+ 0 1	F, L, E 90° ±, vgbM
4593	12 34·5	− 4 48	pB, cL, E, sbMN = *
4596	12 34·9	+10 44	B, pS, R, gmbM, r, 3 st f
4597	12 35·0	− 5 16	F, vL, bM
4598	12 35·2	+ 8 55	eF, L, R, vlbM
4599	12 35·3	+ 1 46	vF, vS
4600	12 35·3	+ 3 40	F, S, R, 2 st 8 f
4602	12 35·5	− 4 35	F, L, E, vglbM
4604	12 35·6	− 4 36	—
4606	12 35·9	+12 27	vF, pS, E, 2 od. 3 vS st inv
804'	12 36·0	− 4 29	vF, vS, R
4607	12 36·1	+12 27	F, mE
4608	12 36·2	−10 42	pB, pL, R, psbM, r, * 12 np 1'
805'	12 36·2	+14 17	vF, pL, R, 2 st n, nf
4610	12 36·4	+ 8 16	F, vL, Ort unsicher
4611	12 36·4	+14 17	cF, S, lE, bet 2 vF st
4612	12 36·5	+ 7 52	pB, S, R, psmbM
4620	12 37·0	+13 29	vF, S, R, vgbM
4621	12 37·0	+12 12	B, pL, lE, vsvmbM, 2 st p
809'	12 37·1	+12 18	eF, pS, R
810'	12 37·1	+13 9	eF, pS, mE
4623	12 37·1	+ 8 13	cF, pL, E, pslbM, r
4624	12 37·2	+ 3 37	B, E
4626	12 37·2	− 6 29	vF, cS, lE, glbM
4628	12 37·3	− 6 25	cF, S, E, gbM
4629	12 37·4	− 1 15	pB, pL, E, lbM, ?biN
4630	12 37·4	+ 4 30	cF, S, R, lbM
4632	12 37·4	+ 0 28	pB, L, E 45° ±
4633	12 37·4	+14 55	eeF, pS, F * p nahe
4634	12 37·7	+14 50	vF, L, mE 135° ±, vgbM
4636	12 37·7	+ 3 14	B, L, iR, vgvmbM, r
4637	12 37·7	+12 0±	D neb mit 4638
4638	12 37·8	+12 0	F, R, gbM
4639	12 37·8	+13 48	pB, S, E, r, * 12 sf 1'
4640	12 37·9	+12 49	eF, pL, lE, * nr p

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
4641	12h 38m·0	+12° 36′	cF, pL, R, F * nr f	4734	12h 46m·1	+ 5° 23′	vF, vS, R
4642	12 38·2	— 0 7	vF, cS, E	4739	12 46·4	— 7 52	F, pL, lE, [illegible]
4643	12 38·2	+ 2 32	cB, pS, lE, mbM	4742	12 46·6	— 9 55	pB, vS, [illegible]
4647	12 38·5	+12 8	pF, pL, lE 115° ±				* 10 f
4649	12 38·6	+12 6	vB, pL, R	4746	12 46·9	+12 37	pB, mE, r
4653	12 38·9	— 0 1	vF, pL	828′	12 47·1	— 7 35	F, vS, R, N = 13 m
4654	12 38·9	+13 40	F, vL, pmE, ? D, 3 st nr	4752	12 47·2	+14 2	vF, S, E, r
4658	12 39·5	— 9 32	vF, L, E, * 16 att, * 9 p	4753	12 47·3	— 0 39	cB, L, [illegible]
4659	12 39·5	+14 2	F, cS, R, bM, r	4754	12 47·3	+11 51	B, pL, R, psbM
4660	12 39·5	+11 43	vB, S, vsvmbMN	4757	12 47·7	— 9 48	vF
811′	12 39·6	— 9 39	Nebs * 13 m	4759	12 47·9	— 8 40	pL, D, * 10 p [illegible]
812′	12 39·7	— 3 53	pB, S, R, N = 13 m	4760	12 47·9	— 9 57	pB, R
4663	12 39·8	— 9 37	vF, S, * 13·14 f	4761	12 47·9	— 8 40	cF, cS
4664	12 39·8	+ 3 46	pB, 2 S st in M, S * p	4762	12 47·9	+11 46	pB, vmE 31°, 3 F [illegible]
			(? = 4665)	4764	12 48·1	— 8 42	cF, cS
4665	12 40·0	+ 3 36	B, pL, iR, mbM, * 10 sp	4768	12 48·1 ±	— 8 59 ±	vF, vS
4666	12 40·0	+ 0 5	B, vL, mE 45° ±, psbM	4769	12 48·1 ±	— 8 59 ±	vF, vS
4667	12 40·2	+11 59	B, S, R, psbM (?)	4765	12 48·2	+ 5 0	F, cS, R, [illegible]
814′	12 40·4	— 7 33	pB, vS, R, r	4766	12 48·2	— 9 49	vF
4668	12 40·4	0 0	vF, S, iF	4770	12 48·3	— 8 59	vF, vS
4671	12 40·6	— 6 31	pF, S, R, psmbM	4771	12 48·3	+ 1 48	F, pL, mE, * [illegible]
4674	12 40·9	— 8 6	vF, cS, R, glbM	4772	12 48·4	+ 2 43	pF, pS, R, [illegible]
815′	12 41·4	+12 25	F, vS, * 14 inv	4773	12 48·4	— 8 8	vF, S
4678	12 41·5	— 4 2	cF, cS, R (neb ?) * f 2s	4775	12 48·6	— 6 5	F, cL, R, [illegible]
816′	12 41·7	+10 24	eeF, vS, R, D * nf	4779	12 48·8	+10 15	vF, pL, R, r
817′	12 41·9	+10 24	eeF, vS, R	4776	12 48·9	— 8 40	F, S, R, [illegible]
4682	12 42·0	— 9 31	cF, L, E 45° ±, gvlbM	4777	12 48·9	— 8 15	vF, S
4684	12 42·2	— 2 11	B, pL, pmE 25°	4778	12 48·9	— 8 40	vF, S, R, [illegible]
4688	12 42·7	+ 4 53	eF, pL, * 9·10 p 10s	4780	12 48·9	— 8 7	vF
4689	12 42·7	+14 18	pB, vL, E, vglbM, r	4781	12 49·2	—10 0	cB, [illegible]
4690	12 42·8	— 1 8	vF, S	4784	12 49·4	—10 5	cF, cS
4691	12 43·1	— 2 47	pB, pL, E 90° ±, mbM	4786	12 49·4	— 6 19	pB, pS, [illegible]
4694	12 43·2	+11 32	pF, S, vlE	4790	12 49·6	— 9 42	pF, pS, [illegible]
4697	12 43·4	— 5 15	vB, L, lE 45° ±, smbMN	4791	12 49·7	+ 8 36	cF, vS, [illegible]
4698	12 43·5	+ 9 2	cB, pL, iR, bM, r	4795	12 50·0	+ 8 36	pF, pL, R, bM [illegible]
4699	12 43·9	— 8 7	vB, R, vmbMrN, r	4796	12 50·0	+ 8 36	cF, cS, [illegible]
4700	12 43·9	—10 51	F, L, mE 40°, vlbM, B * p	4799	12 50·2	+ 3 27	cF, [illegible]
4701	12 44·1	+ 3 56	F, S	4803	12 50·5	+ 8 47	cF, cS, R, [illegible]
4703	12 44·2	— 8 35	eF, cS, pmE	4802	12 50·6	—11 31	vF, S, * 10 [illegible]
4705	12 44·3	— 4 39	cF, pL, lE	4804	12 50·7	—12 31	S, pF * [illegible]
4708	12 44·5	—10 34	eF, S	4808	12 50·7	+ 4 51	pB, cL, E [illegible]
824′	12 44·5	— 4 2	pF, pL, Epf, biN	4809	12 50·8	+ 3 5 ±	F | D [illegible]
4713	12 44·9	+ 5 52	pB, L, vlE, glbM	4810	12 50·8	+ 3 5 ±	F | lich gegen [illegible]
825′	12 45·1	— 4 50	ccF, pS, R, nahe bet 2 st	4813	12 51·4	— 6 17	F, S, R, [illegible]
4716	12 45·4	— 8 54	D neb der hellere	833′	12 51·5	— 6 11	vF, S, R
4717	12 45·4	— 8 55	D neb der schwächere	4818	12 51·6	— 7 59	pB, L, pmE [illegible]
4718	12 45·4	— 4 44	eF, vS, bet 2 st	4820	12 51·8	—13 11	vS
4720	12 45·5	— 3 36	eF, S, bM	4822	12 51·8	—10 13	F, [illegible]
4731	12 45·8	— 5 51	vF, pL, E	4823	12 51·9	—13 8	vS
4733	12 46·1	+11 27	cF, pL, lE, r, * 12 p	4825	12 51·9	—13 8	pB, [illegible]

Nummer des Dreyer-Catalogs	α		δ		Beschreibung des Objects
	1900·0				
4829	12h	52m·1	−13°	12'	*vS*
4830	12	52·1	−19	9	*F, L, st inv,* * 8 *sf* 5'
4836	12	52·3	−12	12	*vF, L, dif*
4838	12	52·7	−12	31	*pF, pS, R,* 3 *S st sp*
4843	12	52·9	− 3	4	*cF, E, er,* * *sf* 30"
4844	12	52·9	−12	32	*F, S*
4845	12	52·9	+ 2	7	*pF, pL, pmE, vgbM,* * *nf*
4847	12	53·3	−12	36	*F, S neb* *, * 9 *p* 40s auf Parallel
840'	12	53·7	+11	10	*F, S, R, lbM, r*
4855	12	54·0	−12	41	*F, S, st inv*
4856	12	54·1	−14	30	*B, R, psmbM,* * 13 *n p*
4862	12	54·5	−13	35	*eF, S, R*
4863	12	54·5	−13	30	*cF, S, mE* 45°, *sbMN*
4866	12	54·5	+14	43	*B, pL, mE* 90°, *sbMN, S* * *inv*
4877	12	55·1	−14	45	*pB, pL, mbM*
4878	12	55·2	− 5	34	*vF, vS*
4879	12	55·2	− 5	33 ±	*vF, vS*
4880	12	55·2	+13	1	*cF, pL, R, vglbM, r*
4885	12	55·4	− 6	19	*vF, S, E*
4887	12	55·4	−14	8	*vF*
4888	12	55·4	− 5	32	*pF, cS, E, psbM,* ** *nf*
4890	12	55·5	− 4	3	*cF, S, iR, bM*
4891	12	55·5	−12	53	*F neb* *
4897	12	55·6	−12	55	*F*
4900	12	55·6	+ 3	2	*B, cE,* * 10 *att* 135° ±
4899	12	55·7	−13	24	*pF, eL*
4902	12	55·7	−13	59	*pB, pL, iR, st nr*
4904	12	55·8	+ 0	31	*pB, pS, R, bM*
4910	12	56·2	+ 2	12	*eF, vL, rr*
4915	12	56·3	− 4	0	*pB, S, R, bM*
4918	12	56·6	− 3	58	*cF, cS, R, bMN*
4920	12	56·7	−10	57 ±	*vF*
4924	12	56·9	−14	26	*cF, L, vlE* 45° ±
4925	12	56·9	− 7	11	*cF, S*
4928	12	57·8	− 7	32	*F, pS, vlE, glbM*
4933	12	58·6	−10	58	*pB, pL, iR*
4935	12	58·6	+24	55	*vF, vS, R,* 3 *st f*
4939	12	59·0	− 9	49	*pB, L, R, gmbM*
4941	12	59·1	− 5	1	*pF, L, E, gbMBN, r*
4942	12	59·1	− 7	8	*vF, S*
4948	12	59·7	− 7	24	*eeF, pS, lE*
4951	13	0·0	− 5	58	*F, pL, lE, r*
845'	13	0·3	+12	39	*eeF, S, R, F* * *nr p*
4958	13	0·6	− 7	29	*vB, pS, E, bMBN*
4969	13	1·7	+14	11	*eeF, S, R, v diffic*
849'	13	2·5	− 0	23	*F, pL, R, gbM*
850'	13	2·7	− 0	19	*vF, S, R*
4975	13	2·7	− 4	30	*vF, vS, R, psbM*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α		δ		Beschreibung des Objects
	1900·0				
4981	13h	3m·6	− 6°	15'	*B, pL, R,* * 10 *sf* 1'
4982	13	3·6	−10	3	*vF, S*
4984	13	3·7	−14	59	*B, pL, R, psmbM*
4989	13	4·1	− 4	52	*pB, S, R,* * 4 *sf*
4990	13	4·1	− 4	44	*vF, vS*
4991	13	4·1	+ 2	52	*vF, vS*
4992	13	4·1	+12	10	*vF, S, lE,* 2 *S st s*
4995	13	4·5	− 7	18	*pB, pL, R, vgpmbM,* * 8 *np*
4996	13	4·5	+ 1	24	*pB, S, R, bM*
4997	13	4·6	−15	59	— * 6·5 *p*
4999	13	4·6	+ 2	12	*cF, pL, R, lbM, er*
855'	13	5·5	− 3	57	*F, S,* * 13·5 *sp*
5006	13	6·6	−18	43	*F* * *p* nahe
5010	13	7·0	−15	16	*vF, R, bM,* * 10 *np* 5'
5013	13	7·0	+ 3	43	*vF, vS*
5015	13	7·2	− 3	49	*F, cL, iR, lbM*
5017	13	7·6	−16	14	*vF, R, bM*
5018	13	7·6	−18	59	*cB, S, R, mbMpBN*
5019	13	7·6	+ 5	16	*cF, vS, R, er*
5020	13	7·7	+13	8	*cF, cL, vlE, lbM*
5022	13	8·1	−18	59	*vF, pL, E* 30°, *gbM, F* * *p* nahe
5027	13	8·3	+ 6	36	*vF, S, R, pgbM*
5028	13	8·5	−12	31	*vF, S,* * 11·12 *p*
5030	13	8·6	−15	58	*vF, S*
5031	13	8·8	−15	36	*vF, stell*
5035	13	9·5	−15	59	*F, S, R, bMN*
5036	13	9·5	− 3	39	*eF, vS, R, gbM*
5037	13	9·7	−16	4	*cF, pS, vlE, bM*
5038	13	9·7	−15	25	*pB, E* 90°, *stell*
5039	13	9·7	− 3	38	*cF, cS, E* 45°
5044	13	10·1	−15	52	*pB, pL, R, bM*
5046	13	10·4	−15	48	*F, vS, R, stell N*
5047	13	10·5	−15	57	*vF*
5050	13	10·6	+ 3	23	*F, vS, stell*
5049	13	10·7	−15	52	*cF, S*
5054	13	11·6	−16	7	*F, pS, iR*
863'	13	11·9	−16	44	*F, S, iF, biN*
5058	13	11·9	+13	4	*vvF*
5059	13	12·0	+ 8	22	*cF, S, lE*
5060	13	12·2	+ 6	34	*F, S, lE*
865'	13	12·4	− 5	18	*F, vS, R, stell*
871'	13	12·9	+ 4	55	*pB, pS, Epf, dif*
5066	13	13·2	− 9	43	*vF, vS*
5067	13	13·2	− 9	37	*vF, vS*
872'	13	13·2	+ 6	53	*eeF, pS, R, lbM*
873'	13	13·2	+ 4	59	*F, vS, R, bMN* = 13 *m*
5068	13	13·5	−20	31	*F, L, iR, bM*
5069	13	13·5	− 9	41	*eF, vS (E* = 5066*)*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5070	13^h $13^m{\cdot}6$	−12° 3′	*eeF, cS, vF* * nahe	5160	13^h $23^m{\cdot}2$	+ 6° 31′	*pF* (? *vFD* * mit *F* *,
876′	13 13·6	+ 5 0	*F, pL, dif*	5162	13 23·3	+11 32	*vF, pL, lE, F* * *nr sf*
5071	13 13·6	+ 8 28	*eF, cS, stell*	5165	13 23·7	+11 54	*F, vS, R,* * 13 *sf*
5072	13 13·9	−12 1	*F, S,* * 14 *nf*	*5167	13 23·8	+13 13	*vF, sev vF st* nahe
877′	13 13·9	+ 6 37	*eeF, pS, pB* * *f* 13s	5170	13 24·4	−17 27	*eF, L, mE* 129°, [illegible]
5073	13 14·0	−14 20	*vF, pL, pmE* 135° ±	*5171	13 24·4	+12 15	*pB, L*
878′	13 14·0	+ 6 39	*eeF, pL, v diffic*	*5174	13 24·5	+11 31	*vF, pL* } *D neb*
880′	13 14·1	+ 6 38	*eeF, pS, Ens, pB* * *s*	*5175	13 24·5	+11 31	*vF, pL* }
5075	13 14·1	+ 8 22	*vF, eS, stell*	*5176	13 24·5	+12 18	— ?
5076	13 14·2	−12 13	*vF, cS, R*	*5177	13 24·5	+12 19	— ?
5077	13 14·2	−12 8	*pB, S, vlE, sbM*	*5178	13 24·5	+12 10	*vF*
5079	13 14·3	−12 11	*cF, pS, vlE*	*5179	13 24·6	+12 16	*vF,* * im Centrum
5080	13 14·3	+ 8 57	*F, S,* * 7 *nf*	*5181	13 24·8	+13 49	*vF, S, R*
5084	13 14·9	−21 17	*cB, cS, vlE* 90° ±, *bf*	891′	13 24·9	+ 0 48	*F, S, R, N* = 13 *m*
5087	13 15·1	−20 5	*cF, vS, iF*	5183	13 25·0	− 1 12	*F, cS, lE, gbM*
5088	13 15·1	−12 3	*pB, pS, R, bM*	5184	13 25·1	− 1 9	*pF, pL, iR, bM*
5094	13 15·5	−13 34	*cF, vS, R, gbM*	*5185	13 25·1	+13 54	*vF, S, iR*
5095	13 15·5	− 1 47	*vF, iR,* * 11 *sp*	*5186	13 25·1	+12 42	—
5097	13 15·8	−12 0	*eF, cS, R, stell*, nahe zwischen 2 *st*	*5191	13 25·8	+11 43	*eF,* * 9 *f* 57s
				5192	13 26·0	− 1 13	*vF*
5099	13 16·0	−12 34	*eF, eS, R*	5196	13 26·1	− 1 6	*vF*
5100	13 16·0	+ 9 30	*vF, vS, lbM*	5197	13 26·2	− 1 11	*vF*
5104	13 16·2	+ 0 51	*F, S, lE*	5200	13 26·6	+ 0 29	* 12 in *F neb*
5105	13 16·5	−12 42	*eF, pS, lE*	892′	13 26·6	− 2 13	*pB, iF, bM, r*
5106	13 16·6	+ 9 1	*vF, vS,* (δ zweifelhaft)	893′	13 26·6	− 2 7	*F, vS, dif*
5110	13 17·6	−12 29	*eF, pS, R,* 2 *pB st* in gerader Linie	5202	13 26·8	− 1 11	*vF*
				5203	13 27·0	− 8 16	*vF, cS, R, gbM, r*
884′	13 17·6	−12 12	*vF, pS, R*	5211	13 28.0	− 0 31	*pB, S, R, psmbM*
5111	13 17·7	−12 27	*cF, cS, iR, glbM*	5213	13 28·6	+ 4 38	*vF, S, lE*
5115	13 18·3	+14 30	*eeF, S, R,* * *nf, D* * *f* 24s	896′	13 29·1	+ 5 22	*vF, vS, dif, lbM*
5118	13 18·4	+ 6 55	*vF, S, R, gbM*	899′	13 29·7	− 7 35	*F, vS, R, sbMN*
5119	13 18·7	−11 46	*pB, S, lE*	5227	13 30·3	+ 1 54	*vF, S, R*
886′	13 18·8	− 3 52	*vF, vS, bMN, v diffic*	5231	13 30·7	+ 3 30	*F, S, bM*
887′	13 18·9	−11 56	*vF, vS* nahe *bet* 2 *st*	5232	13 30·9	− 7 58	*F, vS*
5122	13 19·0	−10 7	*vF, S, R*	5241	13 32·0	− 8 0	*pF, cS, vF* * nahe
5125	13 19·0	+10 14	*pF, S, R, gbM*	5242	13 32·0	+ 3 17	*eF, eL*
5129	13 19·2	+14 30	*pB, vS, R, gmbM,* ⁚ *f*	5245	13 32·4	+ 4 22	*vF, vS*
5130	13 19·5	− 9 40	*vF, vS, gbM*	5246	13 32·5	+ 4 37	*vF, vS*
5132	13 19·6	+14 38	*vF, r*	5247	13 32·7	−17 22	!!, *pF, vL,* [illegible] 2 fach. spiral
5133	13 19·7	− 3 34	*vF, vS, iR, bM*				
5134	13 19·9	−20 36	*F, pS, lE, vgbM*	5252	13 33·2	+ 5 1	*vF, S, R, bM*
5136	13 20·0	+14 16	*eF, vS, R, psbM*	903′	13 33·3	+ 0 17	*pB, lE ns, gbMN* = 15*m*
5137	13 20·2	+14 36	*eeF, pL, v diffic*	904′	13 33·6	+ 0 2	*F, vS, dif*
888′	13 20·9	+14 16	*eeF, pS, R*	5254	13 34·3	−10 59	*pB, L, pmE, gbM*
5147	13 21·2	+ 2 37	*pB, pL, vlE, vsmbM* * 12	5257	13 34·8	+ 1 21	*vF, S, R, bM*
5146	13 21·3	−11 48	*vF, vS, stell*	5258	13 34·9	+ 1 20	*F, S, iR*
5148	13 21·5	+ 2 49	*eF, S*	5261	13 35·2	+ 5 35	*vF, R, am pB st*
889′	13 21·7	+12 24	*F, vS, R, N* = 14 *m*	908′	13 36·1	− 3 51	*eF, pS,* * 13 nahe
890′	13 23·1	−15 34	*vF, sbM* * 13, *r*	5268	13 36·9	−13 21	*Neb*
5159	13 23·2	+ 3 29	*eF, S, lE*	5270	13 37·1	+ 4 46	*eF, S, bet* 2 *st*

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
915'	13h 38m·1	−16° 50'	eF, vS, diffic
5285	13 39·4	+ 2 37	eF, vS, R, gvlbM
920'	13 40·1	−12 4	F, vS, R, bMN, r
924'	13 40·3	−11 57	F, S, dif, 86 Virg. nf
927'	13 40·5	−11 58	F, S, dif, 86 Virg. nf
939'	13 42·7	+ 3 53	pB, vS, bM
940'	13 43·0	+ 3 56	vF, vS, dif
5300	13 43·2	+ 4 26	vF, vL, lE, vgbM
5306	13 44·0	− 6 44	vF, vS, R, r
5309	13 44·5	−15 16	vF, pS, R, bet * und D *
5310	13 44·7	+ 0 34	* 12 in F neb
943'	13 45·5	+ 3 41	pF, iF, lbM, F * nahe
5317	13 46·1	+ 5 30	vF, vL, R, vgbM
5324	13 46·8	− 5 33	cF, L, iR, bM
5327	13 46·9	− 1 42	F, pS, R, 2 st p
5329	13 47·1	+ 2 50	F, vS, R, psbM
5331	13 47·2	+ 2 36	vF, S, E 0°, rr
947'	13 47·5	+ 1 19	pB, vS, R, sbM N = 12 m
5334	13 47·8	− 0 37	cF, vL, R, lbM, r
5335	13 47·9	+ 3 19	F, iR
5338	13 48·6	+ 5 44	vF, Epf, D * f
952'	13 48·6	+ 3 51	F, Epf, F * inv
5339	13 48·7	− 7 26	vF, pS, R
5343	13 49·0	− 7 6	vF, S, R, lbM
5345	13 49·1	− 0 57	F, S, R, bM
5348	13 49·3	+ 5 45	vF, mE ns
5356	13 49·9	+ 5 49	F, pL, vmE 17°, r
5360	13 50·6	+ 5 30	vF, vS, lE
958'	13 50·8	+ 5 31	eeF, pS, iR
5363	13 51·1	+ 5 45	B, pL, R, psbM, * 8 nf
5364	13 51·2	+ 5 30	cF, L, R, gbM
5366	13 51·4	+ 0 17	S, R, * 9 dist 2'
5369	13 51·6	− 5 0	vF, vS, R
5373	13 52·1	+ 5 45	vF, vS, stell
5374	13 52·5	+ 6 35	cF, pL, R, vgbM, * 11 np
966'	13 53·2	+ 5 53	F, S, R, gbM, r
5382	13 53·3	+ 6 44	vF, vS, r, stell
* 5386	13 53·4	+ 6 50	vF, vS, biN, r, stell
5387	13 53·4	+ 6 33	vF, 2' langer Strahl
5388	13 53·6	−13 40	F, S, R, vgbM
5392	13 54·2	− 2 43	vF, cS, R, gbM
968'	13 55·4	− 2 28	vF, vS, stell
5400	13 55·6	− 2 22	vF, cS
5404	13 56·0	+ 0 34	* 12 in neb
969'	13 56·6	− 3 42	vF, vS, R, N = 14 m
5420	13 57·6	−14 7	F, pS, mE
5426	13 58·2	− 5 35	pF, cL, R, gmbM
5427	13 58·2	− 5 33	pF, cL, R
5428	13 58·2±	− 5 34±	neb
5429	13 58·2±	− 5 34±	neb

Nummer des Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5432	13h 58m·4	− 5° 29'	vF
971'	13 58·5	− 9 39	—
5435	13 58·6	− 5 26	vF, * 10·11 f nahe
972'	13 58·9	−16 45	F, vS, R, r
5442	13 59·4	− 9 14	vF, vS, iR
5465	14 1·2	− 5 2	eF, vS
973'	14 1·3	− 5 1	stell, 13·5 m (?)
5467	14 1·3	− 5 1	eF, vS
974'	14 1·3	− 5 3	Nebs
5468	14 1·4	− 4 59	F, L, R, vgbM, * 9 sf 4'
5470	14 1·5	+ 6 31	F, mE, vglbM
5472	14 1·7	− 4 59	pF, vS, bet 2 vF st
5476	14 2·9	− 5 37	F, pS, iR
5478	14 3·0	− 1 13	vF, vS
976'	14 3·5	− 0 40	eF, vS, R, eF * att s
977'	14 3·5	− 2 32	vF, S, dif
978'	14 3·8	− 2 30	vF, S, R, bMN
980'	14 5·1	− 6 52	F, S, R, N = 13 m, r
981'	14 5·3	− 3 42	F, S, gbM
5491	14 6·0	+ 6 51	pB, pS, R, gbM, r
5493	14 6·3	− 4 34	pB, vS, R, psmbM *, * 18 inv
985'	14 6·4	− 2 45	eF, eS
986'	14 6·4	+ 1 48	F, S, N = 13·5, r
5496	14 6·5	− 0 41	pB, vL, E ns
5501	14 7·2	+ 1 44	vF, S, rr
5506	14 8·1	− 2 44	pB, L, E 20° ±, lbM
5510	14 8·1	−17 30	vF, S, R, gbM
5507	14 8·2	− 2 41	cF, S, R, stell
988'	14 9·5	+ 3 39	F, vS, R
989'	14 9·8	+ 3 36	F, vS, R, bM
5521	14 10·4	+ 4 53	F, S, R, bM
5534	14 12·4	− 6 57	pF, st inv, * 12 np
991'	14 12·4	−13 25	F, S
992'	14 13·1	+ 1 20	F, pS, R, * 10·5 nf
5551	14 13·9	+ 5 54	3 st in neby
5555	14 14·5	−18 40	vF, S, iR, gbMN
997'	14 14·7	− 4 1	pF, S, R, * n
998'	14 15·0	− 4 0	eeF, S, R, v diffic
5560	14 15·0	+ 4 27	pF, cL, E, gbM
5566	14 15·3	+ 4 25	B, pL, R, psbM, r, * 12 f
5569	14 15·5	+ 4 25	eF, pL, R
1001'	14 15·7	+ 5 35	cF, S, dif
1002'	14 15·7	+ 5 39	eF, vS, lbM
5574	14 15·9	+ 3 42	pF, pS, lE
1003'	14 15·9	+ 5 55	cF, vS, vS * att, diffic
5575	14 16·0	+ 6 41	F, vS, oder neb *
5576	14 16·0	+ 3 44	B, S, R, vsmbM
5577	14 16·2	+ 3 54	pF, pL, vmE 53°
5578	14 16·3	+ 6 40	vF, vS, lE, mbMN

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
5584	14h 17m·2	+ 0° 4′	*F, L, mE, dif, glbM*
5604	14 19·5	− 2 45	*F, pS, R, vgbM *, r*
1007′	14 19·6	+ 5 0	*vF, vS, R, lbM, * 10 nr*
5618	14 22·1	− 1 48	*eF, S*
1010′	14 22·3	+ 1 29	*F, S, dif*
5619	14 22·3	+ 5 15	*vF, S, R, vgbM*
1011′	14 23·0	+ 1 27	*F, vS, R, N = 14 m*
1016′	14 23·8	+ 5 16	*vF, vS, R*
5632	14 24·2	0 0	*Neb, * 11 f 150s*
5634	14 24·4	− 5 32	⊕, *vB, cL, R, gbM, rrr, st 19, * 8 sf*
5636	14 24·6	+ 3 43	*eF, cL, R*
5638	14 24·6	+ 3 41	*cB, pL, R*
1022′	14 25·0	+ 4 14	*vF, E ns*
5650	14 25·9	+ 6 26	*vF, pS, R*
5651	14 26·1	+ 0 7	*Neb, R*
5652	14 26·1	+ 6 25	*pB, pL, vlE, bM*
1024′	14 26·4	+ 3 27	*pB, vS, E ns*
5658	14 26·8	+ 0 4	*Neb, F, E*
5661	14 27·0	+ 6 42	*vF, pS, iE*
5668	14 28·4	+ 4 53	*F, pS, vlE, * 14 inv*
5674	14 28·9	+ 5 54	*cF, pS, R, gbM*
5679	14 30·1	+ 5 48	*vF, S, R, * 12 att*
5680	14 30·6	+ 0 26	*vF, vS*
5690	14 32·7	+ 2 43	*vF, mE 138°, F* att sf, * 7 p*
5691	14 32·8	+ 0 3	*pB, pS, lE, gbM*
5692	14 33·3	+ 3 51	*pB, vS, R, gbM*
5701	14 34·2	+ 5 48	*cB, pS, R, mbM, * 11 p 15s*
5705	14 34·7	− 0 18	*cF, L, lE,* mit *cF dif neby*
5713	14 35·1	+ 0 8	*cB, pL, R, psmbM, r*
1039′	14 35·5	+ 3 50	*vF, vS, lbM*
1041′	14 35·6	+ 3 46	*pB, vS, R, N = 12 m*
1042′	14 35·6	+ 3 52	*vF, vS, R, bM*
1043′	14 35·7	+ 3 47	*vF, vS, R, bM*
5718	14 35·7	+ 3 53	*vF, S, R, vglbM, * 8·9 nf*
5719	14 35·8	+ 0 8	*pF, S, lE, bM*
5725	14 35·9	+ 2 37	*vF, S,* Scheibe, ** 15 s 95″*
5733	14 37·6	+ 0 5	*vF, S, mE*
1048′	14 38·0	+ 5 19	*pB, pL, E pf, r*
5738	14 38·8	+ 2 2	*F, S, bM*
5740	14 39·3	+ 2 6	*pB, L, iR, gbM, r*
5746	14 39·9	+ 2 23	*B, L, vmE 170°, bmBN*
5750	14 41·1	+ 0 12	*pF, pS, vlE, r*
1054′	14 41·4	+ 1 41	*vF, vS, sbMN = 14 m*
5765	14h 45m·9	+ 5° 32′	*D neb, eF b*[illegible]
1063′	14 47·2	+ 5 6	*pF,* [illegible]
1064′	14 47·2	+ 5 4	*vF, vS, R, bM*
1066′	14 48·0	+ 3 42	*F, vS, R*
1067′	14 48·1	+ 3 44	*F, vS, R, bM*
5770	14 48·2	+ 4 22	*cF, S, vlE, bM,* [illegible]
1068′	14 48·5	+ 3 29	*F, pL,* [illegible]
5774	14 48·7	+ 4 0	*pF, pL, R*
1070′	14 48·9	+ 3 54	*vF, S, R,* [illegible]
5775	14 49·0	+ 3 57	*F, pS, vmE 145°,* [illegible]
1071′	14 49·2	+ 5 7	*vF, S, R, bM*
1072′	14 49·2	+ 5 15	*vF, vS, R, vlbM*
1073′	14 49·2	+ 5 12	*vF, S, R, S ** [illegible]
5776	14 49·5	+ 3 22	*vF, pL, vlbM, ** [illegible]
1082′	14 54·0	+ 7 25	*pF, S, R*
5806	14 54·9	+ 2 17	*cB, pL, E 165° ±,* [illegible]
5811	14 55·4	+ 2 2	*vF, S, iR*
5813	14 56·1	+ 2 6	*B, pS, R, psmbM*
5814	14 56·3	+ 2 2	*vF, vS, R*
5831	14 59·1	+ 1 36	*pB, S, mbM*
5838	15 0·4	+ 2 29	*pF, pS*
5839	15 0·4	+ 2 1	*pF, pS*
5841	15 0·5	+ 2 23	*F, S, E*
5845	15 0·9	+ 2 1	*vF, R*
5846	15 1·4	+ 2 0	*vF, pL, R,* [illegible] *F ** [illegible]*, rr*
5847	15 1·5	+ 6 46	*eF, S, iR*
5848	15 1·5	+ 2 24	*cF, S,* enger *D ** [illegible]
1087′	15 1·7	+ 4 9	*vF, vS*
1088′	15 1·7	+ 4 10	*eeF, vS*
5850	15 2·1	+ 1 56	*cF, S, lE,* [illegible]
1089′	15 2·5	+ 7 29	*eF, vS, R*
5854	15 2·8	+ 2 57	*pB, S, vlE,* [illegible]
5855	15 2·8	+ 4 22	*cF, S, R, 2* [illegible]
5864	15 4·5	+ 3 26	*pF, cS, lE,* [illegible] *** [illegible]
5865	15 4·7	+ 0 53	*pB, S, iE*
5868	15 4·7	+ 0 55	*eF*
5869	15 4·7	+ 0 51	*pF, S, E,* [illegible]
5871	15 4·9	+ 0 54	*eF,* bildet mit der [illegible] vorigen Trapez
1101′	15 6·0	+ 6 9	—
1102′	15 6·2	+ 4 39	*eeF, vS, F ** [illegible]
1105′	15 8·3	+ 4 38	*eeF, S, lE, F ** [illegible]
1106′	15 9·0	+ 5 5	*eF, vS, R,* [illegible]
1107′	15 9·2	+ 5 5	*F, vS, R,* [illegible]
5887	15 9·7	+ 1 32	*pF, pS, gbM*

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
X Virginis .	11h56m44s	+ 9°37′·7	8—10	12	
T „ .	12 9 29	— 5 28·8	8·0—8·8	10- <13·5	1861 Apr. 26 + 339d·5 *E*
Y „ .	12 28 44	— 3 52·3	8·0—9·4	11·5—13	1883 März 10 + 218d·8 *E*
R „ .	12 33 26	+ 7 32·3	6·5—8·0	9·7—11·0	1809 Juni 0 + 145d·47 *E* + + 20 *sin* ($\frac{2}{3}$° *E* + 216°) + + 4·8 *sin* ($\frac{45}{8}$° *E* + 343°)
U „ .	12 46 1	+ 6 5·8	7·7—8·1	12·2—12·8	1866 Juni 25 + 207d·0 *E*, period. unregelmässig
W „ .	13 20 52	— 2 51·5	8·7—9·2	9·8—10·4	1866 Apr. 16 + 17d·2711 *E*
V „ .	13 22 38	— 2 39·2	8·0—9·0	< 13	1860 Febr. 15 + 250d·5 *E*
S „ .	13 27 48	— 6 40·8	5·7—8·0	12·5	1852 Jan. 24 + 376d·4 *E* + + 20 *sin* (7°·5 *E* + 180°)
RR „ .	13 59 35	— 8 43·1	11—12	< 14	1879 Mai 13 + 217d *E*
Z „ .	14 4 58	—12 49·8	9·5—11	< 14	1880 Mai 25 + 306d·5 *E*
RS „ .	14 22 16	+ 5 7·6	8·2	12 ?	1890 Mai 22 + 360d *E*

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	12h33m16s	+ 2°24′·3	6·0	*G*	27	13h17m39s	—17°12·0′	5·3	*OG*
2	12 33 26	+ 7 32·3	*var*	*GR*, *R* Virginis	28	13 19 3	—13 34·9	8·7	*F*
3	12 33 51	+14 20·4	8·8	*RG*	29	13 20 52	— 2 51·5	*var*	*R*², *W* Virg.
4	12 35 58	— 0 4·2	9·0	*F*	30	13 21 27	—12 11·2	6·2	*G*
5	12 36 38	— 0 54·7	2·8	*W*	31	13 22 38	— 2 39·2	*var*	*R*¹, *V* Virg.
6	12 38 35	— 0 53·4	8·5	*F*	32	13 25 13	— 5 57·3	6·6	?
7	12 39 19	— 0 56·6	8·7	*O*	33	13 26 46	— 5 44·2	5·5	*R*
8	12 41 59	+ 6 30·0	6·7	*F*	34	13 27 48	— 6 40·8	*var*	*R*, *S* Virg.
9	12 42 46	+ 4 7·1	6·7	*RG*	35	13 34 35	—15 56·2	6·5	*R*²
10	12 45 36	— 0 13·0	8·3	*F*	36	13 36 22	— 8 11·6	5·3	*GR*
11	12 46 1	+ 6 5·8	*var*	*RG*, *U* Virg.	37	13 36 34	— 3 31·1	8·7	*OR*¹
12	12 46 32	+ 3 36·0	7·2	*G*	38	13 38 4	+ 4 2·8	5·7	*G*
13	12 49 9	— 8 59·5	5·3	*OR*	39	13 43 13	— 4 12·2	8·0	*GR*
14	12 49 39	— 9 53·3	8·3	?	40	13 44 45	—20 22·3	7·2	*R*³
15	12 50 30	+12 2·0	7·3	*G*	41	13 54 37	+ 0 32·9	7·5	*G*
16	12 50 36	+ 3 56·4	3·0	*G*	42	13 59 45	+ 0 2·5	8·8	*R*³
17	12 57 12	+11 29·8	3·0	*WG*	43	14 1 17	—13 43·7	7·0	*GR*
18	13 2 40	—10 12·4	5·8	*G*	44	14 5 22	—15 49·3	5·0	*OR*
19	13 4 32	— 9 47·4	6·5	*G*	45	14 7 34	— 9 48·8	4·0	*WG*
20	13 4 34	— 2 51·1	8·3	*RG*	46	14 7 35	— 2 49·9	7·8	*GR*
21	13 7 37	— 1 13·3	7·3	*G*	47	14 7 45	—13 23·3	7·0	*GR*
22	13 10 2	+ 5 2·4	7·5	*G*	48	14 9 51	+ 3 48·1	6·7	*G*
23	13 11 22	+ 7 2·2	7·0	*G*	49	14 23 26	— 6 26·8	5·7	*G*
24	13 12 33	+ 5 59·8	5·2	*G*	50	14 23 54	+ 4 10·0	7·5	*G*
25	13 13 18	+ 4 16·7	8·4	*WG*					
26	13 16 47	—13 53·7	6·5	*OG*					

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
51	14ʰ 24ᵐ 27ˢ	− 5° 32′·2	*neb*	*R*²	54	14ʰ 54ᵐ 24ˢ	+ 4° 58′·0	6·2	*G*
52	14 28 4	− 6 29·6	7·8	*OR*ʷ	55	15 2 4	+ 2 44·9	7·1	*G*
53	14 48 36	+ 2 38·9	5·7	*G*	56	15 9 47	− 2 1·9	8·0	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−20°	−10°	0°	+10°	+20°	α	
11ʰ 30ᵐ	+30ˢ	+31ˢ	+31ˢ	+31ˢ	+32ˢ	11ʰ 30ᵐ	−3′·3
12 0	+31	+31	+31	+31	+31	12 0	−3·4
12 30	+32	+31	+31	+31	+30	12 30	−3·3
13 0	+32	+32	+31	+30	+30	13 0	−3·2
13 30	+33	+32	+31	+30	+29	13 30	−3·1
14 0	+33	+32	+31	+30	+29	14 0	−2·9
14 30	+34	+32	+31	+30	+28	14 30	−2·6
15 0	+34	+33	+31	+29	+28	15 0	−2·3
15 30	+35	+33	+31	+29	+27	15 30	−2·0

Volans. (Der fliegende Fisch.) Eigentlich Piscis volans — Sternbild des südlichen Himmels, schon bei BAYER vorkommend und definitiv durch BARTSCH eingeführt.

Die Grenzen sind nach der Uranometrie die folgenden:

Von 6ʰ 35ᵐ, — 75°, Stundenkreis bis — 64°, Parallel bis 9ʰ 0ᵐ, Stundenkreis bis — 75°, Parallel bis 6ʰ 35ᵐ.

Das Sternbild enthält an mit blossem Auge sichtbaren Objecten: 5 Sterne 4ter Grösse, 2 Sterne 5ter Grösse, 15 Sterne 6ter Grösse, Summa 22 Sterne.

Volans grenzt im Norden und Osten an Carina, im Süden an Chamaeleon und Mensa, im Westen an Mensa.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2793	*h* 3885	9	6ʰ 36ᵐ·8	−70° 1′	3126	*h* 3953	9	7ʰ 13ᵐ·2	−73° 45
2817	*h* 3890	9	6 38·1	−72 41	3133	*h* 3955	9	7 15·5	−66 2
2840	*h* 3894	8	6 42·1	−65 22	3146	*h* 3959	8	7 14·6	−74 27
2943	*h* 3911	7	6 51·6	−76 16	3253	*h* 3976	9	7 26·4	−68 41
2916	*h* 3904	10	6 52·0	−74 7	3286	*h* 3985	9	7 29·6	−67 37
2939	*h* 3910	9	6 55·4	−65 47	3312	*h* 3991	9	7 31·9	−74 49
2967	*h* 3918	11	6 56·7	−68 39	3353	*h* 3997	8	7 37·4	−74 4
2951	*h* 3915	8	6 57·2	−65 10	3364	*h* 4001	9	7 39·7	−67 14
2992	*h* 3927	9	6 57·4	−74 9	3405	Δ 57	6	7 43·1	−72 22
2997	*h* 3929	9	6 58·8	−71 54	3421	*h* 4011	9	7 46·6	−66 45
3038	*h* 3936	11	7 3·9	−73 36	3473	*h* 4023	9	7 51·3	−70 31
3085	Δ 42	5	7 9·6	−70 20	3587	*h* 4055	9	8 5·6	−69 28

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3590	*h* 4056	9	8^h $6^m·2$	−67° 13′	3724	*h* 4095	10	8^h $21^m·2$	−73° 11′
3605	Δ 66	5	8 7·6	−68 19	3749	*h* 4103	5	8 24·1	−73 5
3609	*h* 4061	10	8 8·0	−66 52	3782	*h* 4110	7	8 28·8	−66 48
3617	*h* 4064	10	8 8·6	−69 5	3815	*h* 4118	9	8 31·2	−73 8
3648	*h* 4075	10	8 13·7	−65 58	3874	*h* 4134	5	8 38·7	−70 2
3652	*h* 4076	12	8 13·8	−67 31	3885	*h* 4137	9	8 39·4	−74 33
3721	*Br.* 2018	—	8 20·4	−71 11	3984	*h* 4164	8	8 55·8	−65 48

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
2305	6^h $48^m·0$	−64° 9′	*vF, vS, R,* 2 *st* △	2442	7^h $36^m·6$	−69° 18′	*cL, vF, R* } *Dneb, D*° *inv*
2307	6 48·2	−64 12	*vF, pS, vlE* 90°	2443	7 36·6	−69 18	*pL, vF, R* }
2348	7 3·1	−67 15	*Cl, P, lC,* 30 *st* ±	2466	7 46·1	−71 10	*vF, S, R, lbM*
2397	7 21·6	−68 49	*pB, cL, cE* 117°, *lbM*	2601	8 24·8	−67 47	*F, pS, R, gbM*
2434	7 35·1	−69 3	*pB, S, R, pmbM,* 3*st* 11*n*				

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	7^h 0^m 1^s	−67° 46′·7	5·7	*R*	4	8^h 24^m 39^s	−65° 48′·1	3·9	*F*
2	8 0 40	−72 57·9	6·7	*R*	5	8 42 58	−67 49·9	6·8	*R*
3	8 17 2	−65 17·9	5·7	*R*	6	8 45 41	−74 25·2	7·0	*R*

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	−60°	−65°	−70°	−75°	α	
6^h 30^m	+ 8^s	+ 3^s	− 5^s	−18^s	6^h 30^m	−0′·4
7 0	+ 9	+ 3	− 4	−17	7 0	−0·8
7 30	+10	+ 5	− 3	−15	7 30	−1·3
8 0	+11	+ 6	− 1	−12	8 0	−1·6
8 30	+13	+ 8	+ 2	− 9	8 30	−2·0
9 0	+15	+11	+ 5	− 4	9 0	−2·3

Vulpecula. (Der Fuchs.) Sternbild des nördlichen Himmels. Von HEVEL eigentlich als »der Fuchs mit der Gans« dargestellt und eingeführt.

Als Grenzen sind die folgenden angenommen:

Von 19^h 0^m, +18° 30′, Stundenkreis bis +26° 30′, Parallel bis 19^h 14^m, Stundenkreis bis +28°, Parallel bis 21^h 20^m, Stundenkreis bis +20°, Parallel bis 20^h 20^m, Stundenkreis bis +22°, schräge Linie bis 19^h 20^m, +18° 30′ und Parallel bis 19^h 0^m.

HEIS sieht mit blossem Auge in dem Sternbild: 1 Stern 4ter Grösse, 14 Sterne 5ter Grösse, 47 Sterne 6ter Grösse, zusammen 62 Objecte.

Vulpecula grenzt im Norden an Lyra und Cygnus, im Osten an Pegasus, im Süden an Delphinus und Sagitta, im Westen an Hercules.

A. Doppelsterne.

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
7706	Σ 2437	7	18ʰ 57ᵐ·5	+19° 2'	8090	Σ 2561	8	19ʰ 36ᵐ·7	+26° [illegible]
7708	*h* 2851	7	18 57·6	+18 59	—	β 1132	8·3	19 39·0	+26 42
7722	Σ' 2213	7·0	18 59·0	+25 58	—	β 657	9	19 39·7	+22 24
7726	Σ 2444	8	18 59·3	+25 54	—	β 658	6·5	19 39·8	+26 [illegible]
7732	*Hh* 599	—	18 59·7	+31 33	8121	*h* 1433	10	19 39·8	+22 11
7736	Σ 2445	6	19 0·4	+23 11	8142	Σ' 2354	7·5	19 42·0	+20 41
7753	Σ 2455	7	19 2·6	+22 1	8169	*Dawes* 10	—	19 43·7	+24 0
7755	Σ 2457	7	19 2·9	+22 25	8172	Σ 2584	8	19 44·0	+21 [illegible]
7761	Σ 2460	8·9	19 3·6	+19 36	8174	Σ 2586	7	19 44·4	+24 [illegible]
7770	Σ' 2239	8·5	19 4·2	+25 46	—	β 361	9·0	19 46·0	+22 [illegible]
7773	*h* 2855	10	19 4·7	+22 30	—	β 978	8·3	19 47·2	+23 16
7784	*h* 877	11	19 5·6	+19 22	8198	*h* 1443	10	19 47·3	+25 6
7790	*h* 1372	10	19 5·9	+24 30	—	β 979	8·3	19 47·8	+23 1
7812	Σ 2482	8	19 8·6	+18 58	8205	*O*Σ 388	7·8	19 48·1	+25 [illegible]
7816	*MDXI* 15	—	19 9·3	+24 29	8220	σ 649	4·8	19 49·2	+25 [illegible]
7817	*h* 2858	10·11	19 9·6	+22 40	8221	Σ 2599	8	19 49·4	+22 [illegible]
7819	Σ 2484	7·8	19 9·8	+18 54	8231	Σ 2600	8	19 50·9	+22 [illegible]
7821	Σ 2485	8	19 10·0	+22 58	8239	*h* 1453	9	19 51·5	+24 [illegible]
7835	Σ 2488	8	19 11·1	+19 52	8257	*A.C.* 16	—	19 53·6	+26 [illegible]
7846	*h* 2862	5·6	19 11·9	+21 13	8258	*O*Σ² 195	7	19 53·8	+26 [illegible]
—	β 248	6·0	19 13·5	+22 51	—	β 469	8·3	19 55·3	+24 [illegible]
7867	Σ 2499	8	19 14·3	+21 46	8304	*h* 2924	9	19 58·5	+21 [illegible]
7874	Σ 2500	8	19 15·3	+19 32	8296	*O*Σ 395	6	19 58·9	+24 [illegible]
7877	*h* 2865	10	19 15·4	+22 10	8343	*h* 1479	9	20 0·6	+25 [illegible]
7891	Σ 2504	6·7	19 16·6	+18 57	8336	*h* 1473	10·11	20 1·3	+27
7926	Σ 2515	7·8	19 20·2	+21 19	—	β 982	8·8	20 7·7	[illegible] 4
7932	Σ 2517	8	19 20·7	+22 35	8441	Σ 2653	7	20 9·4	+23 [illegible]
7935	*h* 2871	6	19 21·1	+19 36	8448	*O*Σ 402	7	20 10·2	+24 [illegible]
7946	Σ 2521	5	19 22·1	+19 42	—	β 983	6·1	20 11·0	+25 [illegible]
7954	Σ 2524	8	19 22·5	+25 18	—	β 984	7·9	20 12·1	+26 11
7960	Σ 3111	9	19 22·7	+21 28	8460	*h* 1496	8	20 12·5	+24 [illegible]
7962	Σ 2527	8	19 23·0	+20 28	8480	β 985	7·5	20 14·0	+25 3
7970	Σ 3132	8·9	19 23·9	+20 0	8500	*h* 2952	9	20 15·8	+24 [illegible]
7971	Σ 2530	8·9	19 24·0	+20 7	8515	Σ 2672	8·9	20 17·3	[illegible]
7979	*S.C.C.* 697	4·3	19 24·6	+24 28	8522	*h* 1504	7	20 18·3	[illegible]
7984	*h* 2876	10	19 25·0	+22 33	8524	*S.C.C.* 745	8	20 18·4	+25 [illegible]
—	β 651	8·5	19 26·5	+28 5	8528	Σ 2676	7·8	20 18·6	+28 [illegible]
8012	Σ 2540	7·8	19 28·9	+20 12	8555	Σ 2682	8	20 21·4	+25 [illegible]
—	β 1130	5·5	19 30·5	+19 26	8587	*h* 1519	10·11	20 24·9	+27 [illegible]
8042	*O*Σ² 184	8	19 32·3	+24 47	8589	*S* 750	—	20 25·2	[illegible]
8052	Σ 2551	9	19 33·1	+22 35	—	β 363	7·0	20 25·4	+30 [illegible]
8081	*h* 894	11	19 35·4	+19 30	8593	*h* 1520	11	20 25·4	+25 [illegible]
8087	Σ 2560	6	19 36·6	+23 29	8621	Σ 2695	7	20 27·7	+25 [illegible]

Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des HERSCH. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8672	h 1550	10	20h 33m·9	+22° 3′	8786	h 1579	10·11	20h 45m·6	+26° 49′
8690	Σ 2709	8	20 35·1	+21 22	—	β 367	8·0	20 50·7	+27 42
8691	h 1557	11	20 35·2	+26 53	8837	h 1598	10	20 53·3	+21 49
8707	h 922	11	20 36·6	+21 12	—	β 69	8	20 58·1	+21 14
—	β 673	7·7	20 37·4	+20 32	8896	Σ 2756	8	21 2·1	+26 31
8714	Σ 2718	7	20 37·8	+22 23	8903	Σ 2761	8·9	21 3·1	+24 5
8760	h 2999	11	20 42·2	+20 22	8931	Σ 2769	6·7	21 6·0	+22 3
—	β 364	8·7	20 42·7	+25 2	8943	OΣ 430	7	21 7·4	+23 46
8771	Σ′2522	9·0	20 43·8	+25 57	8947	Σ 2774	8	21 7·6	+28 58
8772	h 1576	11	20 43·8	+23 54	8966	h 1626	10	21 10·2	+24 1
8775	Σ 2728	8	20 44·0	+26 1	9022	h 1636	10·11	21 17·0	+27 29
8778	h 926	10	20 44·8	+20 3	9045	h 1641	6	21 19·5	+23 51

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects	Nummer der DREYER-Cataloge	α 1900·0	δ 1900·0	Beschreibung des Objects
6748	18h 59m·6	+21° 28′	*pB, vS, bM*	6853	19h 55m·3	+22° 27′	*!!!, vB, vL, biN, iE* (Dumbbell)
1299′	19 18·3	+20 33	*SCl, vFst*				
6793	19 19·0	+21 58	*Cl, P, lC*	6882	20 7·6	+26 24	*Cl, P, lC*
6800	19 23·1	+24 56	*Cl, vL, pRi, vlC, st* 10…	6885	20 7·8	+26 11	*Cl, vB, vL, Ri, lC, st* 6..11
6802	19 26·2	+20 4	*Cl, L, vC, E* 0°, *st* 14…18	1314′	20 13·4	+24 52	*F, pL*, z. Theil aufgelöst
6813	19 36·3	+27 4	⁚ *in vF, S neb*	6904	20 17·5	+25 26	*Cl, S, vlC, st* 10..11
6815	19 36·8	+26 35	*Cl, vL, pRi, lC, st* 10..15	6921	20 24·3	+25 23	*F, S, E*
6820	19 38·2	+22 50	*F, S, R, bM*	6938	20 30·4	+21 54	*Cl, vL, P, vlC*
1307′	19 38·7	+27 16	*F, vL, E ns, st inv*	6940	20 30·4	+27 58	*Cl, vB, vL, vRi, cC, st pL*
6823	19 38·9	+23 4	*Cl, cRi, E, st* 11..12	7052	21 14·2	+26 2	*F, S, vlE, r*
6827	19 44·5	+20 58	*vF, E, dif, st inv*	7053	21 16·6	+22 40	*pB, S, vlE*
6830	19 46·8	+22 50	*Cl, L, pRi, pC, st* 11..12				

C. Veränderliche Sterne.

Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerkungen
11 Vulpeculae .	19h 43m 28s	+37° 31′·9	3	?	Neuer Stern vom Jahre 1670.
S „ .	19 44 18	+27 2·3	8·4—8·9	9·0—10·0	1865 Jan. 2 + 67d·5 *E*, periodische Ungleichmässigkeit.
T „ .	20 47 13	+27 52·5	5·5	6·5	1885 Nov. 2 + 4d·4360 *E*
R „ .	20 59 56	+23 25·5	7·5—8·5	12·5—13·6	1865 Sept. 18 + 136d·90 *E* + + 18 *sin* (4° *E* + 80°)

D. Farbige Sterne.

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
1	19h 0m 35s	+23° 9′·9	8·7	*R′*	3	19h 11m 9s	+18° 20′·7	6·3	*RG*
2	19 4 28	+24 0·9	7·0	*R*	4	19 15 17	+22 23·3	7·7	*OR*

Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe	Laufende Numm.	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse	Farbe
5	19h 21m 6s	+19° 35'·9	5·0	*G*	23	20h 25m 17s	+25° 37'·7	9·2	*OR*
6	19 21 18	+24 44·1	6·1	*G*	24	20 25 28	+25 31·5	9·2	*R*
7	19 22 6	+19 41·2	6·2	*RG*	25	20 26 31	+25 26·0	8·8	*OR*
8	19 24 33	+24 27·8	4·2	*O*	26	20 27 11	+25 14·8	8·9	*OR*
9	19 31 2	+25 46·9	8·2	*OR*	27	20 29 42	+25 16·8	8·5	*OR*
10	19 43 54	+22 31·1	7·7	*OR*	28	20 39 8	+26 53·3	7·8	*OR*
11	19 44 18	+27 2·3	*var*	*R*, *S* Vulp.	29	20 40 20	+24 36·3	8·7	*R*
12	19 48 11	+22 11·8	8·0	*R*	30	20 44 25	+22 37·4	8·0	*OR*
13	19 48 12	+25 42·2	8·5	*R*	31	20 48 33	+24 43·4	7·0	*OR*
14	19 52 22	+23 37·3	7·0	*O*	32	20 54 35	+21 57·6	7·0	*OR*
15	19 54 32	+24 11·5	9·0	*OR'*	33	20 58 24	+26 6·6	7·1	*OR*
16	19 54 54	+25 27·1	8·3	*OR*	34	20 58 45	+24 3·4	7·5	*OR*
17	19 55 55	+25 40·3	7·0	*OR*	35	20 59 4	+23 25·9	7·5	*OR*
18	19 56 5	+25 54·7	6·4	*OR*	36	20 59 56	+23 25·5	*var*	*OR*, *R* Vulp.
19	20 1 37	+25 18·6	7·8	*R*	37	21 3 57	+23 42·4	8·2	*OR*
20	20 7 37	+26 30·9	5·8	*G*	38	21 10 23	+26 2·0	9·5	*R*
21	20 12 2	+24 18·3	8·7	*OR'*	39	21 16 14	+25 48·8	7·7	*OR*
22	20 15 51	+24 5·3	8·8	*OR*					

Genäherte Präcessionen in 10 Jahren.

Δα in Secunden Δδ in Minuten

α \ δ	+40°	+50°	+60°	α	
19h 0m	+29s	+26s	+24s	19h 0m	+0'·8
19 30	+29	+27	+24	19 30	+1·3
20 0	+29	+27	+24	20 0	+1·6
20 30	+29	+27	+25	20 30	+2·0
21 0	+29	+28	+25	21 0	+2·3
21 30	+30	+28	+26	21 30	+2·6

Nachtrag.

Bei Zusammenstellung der vorstehenden Verzeichnisse sind namentlich in Folge der Schwierigkeit der Abgrenzung einzelne Objecte übersehen worden, was sich erst während des Druckes herausstellte. Dies betrifft vorzugsweise die erste Hälfte der Sternbilder und hier wieder fast ausschliesslich die Doppelsterne. Diese fehlenden Objecte werden hier angefügt und zwar zur Vereinfachung des Druckes zunächst die Doppelsterne, nach den Sternbildern geordnet, dann die Nebelflecke in der gleichen Weise. Die Columneneintheilung ist dabei genau die gleiche wie im Hauptverzeichniss.

Ferner folgt ein ausführliches Verzeichniss aller der »Veränderlichen«, welche, wenn auch zum grossen Theil noch nicht bestätigt oder hinsichtlich der Art der Veränderlichkeit noch nicht untersucht, bis zum Schluss des Jahres [illegible] bekannt geworden sind. Bei der längeren Dauer des Druckes ist es als zweckmässig

erachtet worden, in die Hauptverzeichnisse nur die Sterne des dritten Chandler-schen Catalogs aufzunehmen und die nach Ausgabe desselben bekannt gewordenen gesondert und jetzt nach Rectascensionen geordnet aufzuführen. Dazu ist zu bemerken, dass unter diesen neuen Veränderlichen viele (namentlich südliche) vorhanden sind, deren Lichtwechsel nur auf photographischem Wege festgestellt wurde, die Grössenverhältnisse würden für optische Beobachtung eventuell anders ausfallen. Findet sich in der letzten Columne ein Buchstabe ohne Verbindung mit den Sternen des Sternbildes, so bezieht sich dieser auf die Farbe des Sterns. In einigen Fällen ist nur eine Grössenangabe in der Rubrik »Maximum« angegeben; die Grösse ist alsdann aus dem angeführten Cataloge entnommen und braucht nicht die maximale Helligkeit zu bedeuten. Die Bedeutung der in den einzelnen Columnen befindlichen Zahlen ist durch die Ueberschrift ohne Weiteres gegeben, nur zu der zweiten »Bezeichnung des Sterns« ist zu bemerken, dass die Abkürzungen die für die Cataloge, denen der Sternort entnommen wurde, gebräuchlichen sind (vergl. Sterncataloge).

Zu dem Gesammtverzeichniss muss noch allgemein erwähnt werden, dass sich unter den »farbigen Sternen« einige farblose befinden, dieselben sind durch ein besonders auffallendes Spectrum ausgezeichnet; dass einzelne Objecte mit einem * versehen sind, es hat sich bei diesen nachträglich herausgestellt, dass sie bereits in einem (angrenzenden) Sternbild aufgenommen waren; ferner im Speciellen, dass 1) *R Eridani* im Chandler'schen Catalog nicht genannt ist, dass 2) im *GCG* der Stern 21089, der sich unter den muthmaasslich Veränderlichen befindet, *R Normae* genannt ist, während Chandler einen südlich voraufgehenden mit diesem Namen belegt.

A. Doppelsterne.

Andromeda.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9907	Σ 2979	8·9	23h 3m·1	+39° 14′	204	OΣ 15	7·8	0h 30m·3	+48° 28′
10079	OΣ 498	7	23 26·6	+51 53	773	*h* 2109	10	2 0·6	+44 37
10316	Σ 3064	7·8	0 3·2	+39 32	—	β 304	7·0	2 25·3	+37 1
9	*S.C.C.* 3	—	0 4·8	+35 21	—	β 305	6·5	2 32·1	+37 18
—	β 1027	7·2	0 9·7	+20 57					

Apus.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6081	*h* 4697	8	14 41·2	−70 7	6708	*h* 4858	4·5	16 28·8	−77 19

Aquarius.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
8784	Σ 2729	6	20 46·1	− 6 0	9344	*h* 5524	6	21 56·1	−16 5
8851	*h* 929	10	20 56·9	−10 4	9346	Σ 2851	9	21 56·3	−12 28
8860	Σ 2744	6	20 58·0	+ 1 8	9399	Σ 2862	7·8	22 2·0	+ 0 5
8887	Σ 2752	6·7	21 1·6	−14 20	9512	*h* 5329	10	22 15·8	− 4 4
9960	Σ 2776	7	21 10·0	−10 46	9633	*h* 3122	7	22 30·4	−21 27
9311	*h* 3070	10	21 52·2	−18 56	9680	*h* 3130	10	22 35·2	− 1 52
9313	*h* 3071	8	21 52·3	−15 36	10018	*h* 5397	7	23 18·0	−15 56
9334	*h* 3075	11	21 53·5	−11 43	10063	*h* 3196	8·9	23 24·7	−21 8
9335	*h* 3076	9	21 53·6	−11 45					

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0

Aquila.

Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ
*7496	Σ 2350	5	$18^h\,34^m{\cdot}5$	− 7° 53′

Ara.

Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ
7059	*h* 4965	9	17 31·3	−51 8

Argo.

Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ	Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ
3451	*h* 4019	8	7 51·9	−59 22	3720	*h* 4094	9	8 22·9	−25 12
3537	*h* 4046	7	8 1·9	−38 17	4023	*h* 4175	8	9 1·0	−61 58
3589	*h* 4057	6	8 8·1	−42 41	4483	*h* 4308	9	10 15·6	−71 34
3613	*h* 4062	5	8 10·5	−40 2					

Aries.

Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ	Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ
—	β 784	8·9	1 40·6	+22 26	752	Σ 203	9	1 57·0	+18 57
714	Σ 186	7	1 50·7	+11 21	1059	*h* 637	11	2 45·6	+10 56

Auriga.

Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ	Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ
1875	*Hh* 146	5·1	4 58·8	+51 29	2562	Σ 890	8·9	6 14·9	+36 10
1958	*h* 694	11	5 8·4	+33 2	2860	Σ 978	7	6 48·8	+38 2
2238	Σ 775	8	5 37·4	+40 22	2897	Σ 996	8	6 53·1	+43 8

Bootes.

Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ	Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ
6199	Σ 1897	7·8	14 52·6	+44 27	—	β 1086	5·5	15 2·2	+43 32

Caelum.

Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ	Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ
—	β 747	7·5	4 29·5	−38 30	—	β 750	4	5 0·8	−35 37

Camelopardalus.

Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ	Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ
1791	*h* 3691	7	4 38·6	+77 3	3188	Σ 878	9·5	7 30·4	+78 1
3178	Σ 1100	8·9	7 29·3	+78 7					

Cancer.

Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ	Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ
3482	*O*Σ 186	7	7 57·2	+26 34	3554	Σ 1197	8	8 6·6	+29 51
3485	*O*Σ 187	7	7 57·8	+23 20	3598	Σ 1209	8·9	8 10·3	+ 7 59
3536	*h* 3308	5·6	8 3·7	+25 46	—	β 1070	9·1	9 18·4	+26 41
3552	Σ 1195	8	8 6·4	+30 46					

Canes venatici.

Numm.	Bezeichn.	Grösse	α	δ
5512	*O*Σ 259	7·8	13 2·8	+34 32

Canis major.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
2637	*Jacob* 63	—	$6^h\,21^m{\cdot}8$	$-25^\circ\;2'$	2684	Δ 29	7	$6^h\,25^m{\cdot}8$	$-24^\circ\;4'$

Capricornus.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9061	*Schj.* 33	9	21 22·5	−13 52	—	β 1036	8·0	21 42·2	−17 45
9064	*h* 283	13	21 22·5	−11 15					

Centaurus.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
4822	*h* 4411	11	11 4·2	−52 27	4853	*h* 4420	9	11 10·2	−56 58

Cepheus.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
9345	*h* 1709	9·10	21 54·6	+56 7	—	β 1176	5·7	3 7·6	+77 22
9658	*h* 1791	8	22 31·7	+56 21	1128	Σ 343	8·9	3 8·3	+83 41
—	β 845	8·2	22 37·1	+67 59	1136	Σ 347	8	3 9·5	+83 41
529	Σ 127	8	1 26·8	+78 39	1131	Σ 344	8·9	3 9·8	+84 16

Cetus.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
919	$O\Sigma^2$ 27	7	2 21·3	+10 7

Corona borealis.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6358	Σ 1936	8	15 18·6	+27 27	6659	*h* 585	—	16 12·0	+35 53
—	β 1087	5·5	16 5·3	+36 43	6660	*h* 584	9	16 12·2	+39 28
6655	*h* 2801	9·10	16 11·2	+39 9					

Delphinus.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
—	β 288	7	20 35·4	+15 29	—	β 681	6·5	21 8·6	+16 32

Draco.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6534	Σ 1984	6	15 48·5	+53 12	6922	$O\Sigma^2$ 151	7·8	17 1·7	+63 22

Fornax.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
1068	*h* 3536	6	2 46·2	−36 16

Gemini.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
3347	*h* 60	13	7 42·1	+12 16

Hercules.

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ 1900·0
6693	*Hh* 509	—	16 18·5	+34 10

Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ	Numm. des Hersch. Catalogs	Bezeichn. des Sterns	Grösse	α 1900·0	δ
			Hydra.						
3588	Σ 1206	9	$8^h\ 9^m{\cdot}3$	$+7°29'$	—	β 1269	5·0	$10^h\ 29^m{\cdot}3$	$-23°14'$
			Phönix.						
892	*h* 3417	8	1 1·6	−17 15					

B. Nebelflecke und Sternhaufen.

Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ	Beschreibung des Objects	Nummer der Dreyer-Catalogs	α 1900·0	δ	Beschreibung des Objects
		Cancer.					
523'	$8^h\ 47^m{\cdot}8$	$+9°32'$	*F, S, dif*				
		Hydra.					
2773	9 4·4	+7 35	*vF, S, lE*				
2775	9 5·0	+7 27	*vB, cL, R, vgvsmbM, r*				
2777	9 5·4	+7 37	*F, S*				

Veränderliche Sterne, entdeckt 1896—1900, und muthmasslich Veränderliche Sterne.

Sternbild	Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ	Grösse Maximum	Grösse Minimum	Periode, Bemerk.
Sculptor . .	*CD* −39° 16	$0^h\ 3^m\ 34^s$	$-39°47'{\cdot}2$	8·9	< 12·1	295^d
„ . .	„ −38 138	0 24 23	−38 27·7	8·6	10·0	
Andromeda .		0 43 0	+35 6·1	8·5	9·4	
Sculptor . .		0 44 30	−35 27·8	9	10	
„ . .	*CD* −30 375	1 6 50	−30 38·8	10	< 12	
Andromeda .		1 8 23	+40 5·1	9	14	
„ .		2 10 11	+43 50·5	9·1	9·7	
Horologium .		2 22 24:	−60 0··	9·7	< 12·7	
Fornax . .	*CD* −26 829	2 24 47	−26 32·4	8·5	10	*R*
Andromeda .	*BD* +45 624	2 26 48	+45 1·9	8·2	9·5	
Cetus . . .	„ +5 366	2 32 12	+6 10·8	7·3	?	
Fornax . .		2 39 56	−32 7·8	9·3	9·9	
Horologium .	*GZ* 2^h 1547	2 57 40	−51 2·3	9·2	9·9	
Fornax . .		3 17 36	−30 23·5	9·3	9·9	*R*
„ . .	*A W* 2086	3 41 56	−24 42·2	5—6	8·5	*S* Fornacis
„ . .	*CD* −25° 1602	3 46 15	−25 15·6	9·6	11·4	
Perseus . .	*BD* +30 591	3 49 8	+30 46·0	6·3	6·9	lange Periode

Sternbild	Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Max.	Grösse Min.	Periode, Bemerkungen
Eridanus . .	*SD* —16° 771	3h 59m 43s	—16° 0'·0	8·3	9·4	
„ . .	*CD* —25 1766	4 7 19	—25 21·9	8·1	< 12·5	
„ . .		4 52 0	—21 22·4	9·2	9·8	
Columba . .	*GCG* 6135	5 15 33	—33 48·7	7·6	11·3	225d
Lepus . . .		5 33 22	—24 27·7	9·8	10·5	
Auriga . .	*BD* +20° 1083	5 39 41	+20 39·8	7	7·7	*R*
Columba . .	*CD* —31 2732	5 43 51	—31 43·7	9·1	< 10	
Lynx . . .		6 36 0	+57 59·9	9·5	10·5	
Gemini . .	*BD* +30 1329	6 40 42	+30 22·7	8·8	10·0	*X* Geminorum, *Ch* 2404
Monoceros .	*SD* — 8 1641	6 51 55	— 8 56·0	8·1	10·3	
Canis min. .	*BD* + 5 2708	7 1 30:	+ 9 1· ·	10·3	< 13·7	364d
Canis maj. .	*PD* —32 1376	7 6 27	—32 47·8	9·0	9·7	
Argo . . .	*SD* —20 2007	7 28 18	—20 26·9	8·9	10	*Ch* 2689, *Z* Puppis
Canis min. .	„ + 5 1797	7 43 42	+ 5 40·3	10·3	11·3	
Argo . . .	*CD* —38 4049	8 1 44	—38 29·0	8·5	—	
„ . . .		8 3 6:	—22 38· ·	—	—	
„ . . .	*GZ* 8h 679	8 9 9	—34 16·5	6·8	7·8	circa 45d
Hydra . . .	*BD* — 5° 2550	8 24 45	— 5 59·0	8·4	—	
Argo . . .		8 41 49	—50 11·8	9·6	10·0	
„ . . .	*CD* —22 7693	9 0 40	—24 43·1	8·9	11·1	
Antlia . . .		9 29 42	—36 10·4	8·7	9·6	
Hydra . . .		9 30 13	—24 18·2	8·9	10·5	
„ . . .	*PD* —23 4672	9 40 25	—23 33·5	9·5	11·8	350d
„ . . .	*CD* —22 7652	9 46 27	—22 32·6	8·2	10·1	
Argo . . .		10 11 31	—53 44·1	8·5	10·5	
„ . . .		10 40 54	—58 54· ·	9·6	10·7	*R* ?
Hydra . . .	*CD* —27 7774	10 46 33	—27 58·1	8·7	9·9	
Argo . . .		11 3 54:	—61 24· ·	—	—	Neuer Stern
Centaurus .		11 16 6:	—61 20· ·	9·2	< 12·9	
Hydra . . .	*CD* —32 8314	11 42 37	—32 42·8	8·9	9·5	
Virgo . . .	*BD* — 5 3424	12 2 0	— 6 13·7	7·0	—	
Centaurus .		12 4 9	—44 52·3	8·9	9·7	
Canes Venatici	*BD* +32 2248	12 25 15	+32 3·4	8·8	9·5	*T* Canum Ven., *Ch* 4471
Crux . . .		12 26 49	—57 1·7	10·3	13·2	*U* Crucis, *Ch* 4481
Centaurus .	*CD* —33 8559	12 35 32	—34 1·4	9·1	9·5	
Virgo . . .		12 42 13	+ 4 41·5	—	11·8	*RU* Virginis, *Ch* 4573
„ . . .	*BD* + 5 2708	12 57 35	+ 5 43·5	8·8	9·7	
Centaurus .		13 15 6:	—61 3· ·	—	—	
„ .		13 34 18:	—31 8· ·	—	—	Neuer Stern
„ .	*GZ* 13h 2483	13 42 29	—36 21·7	9	10·5	*Q*?
Apus . . .	*GCG* 19014	13 55 44	—76 18·9	—	—	
Bootes . .	*BD* +14° 2700	14 1 40	+13 58·5	9·5	—	
Hydra . . .	*AW* 11026	14 5 48	—28 24·8	8·8	12	
Lupus . . .	ι *Lupi*	14 13 0	—45 35·8	3·2	4·1	
Libra . . .	*SD* —17° 4122	14 30 15	—17 36·2	8·3	9·6	
Circinus . .	*GCG* 20447	14 58 32	—64 53·2	5·2	6·8	
Apus . . .		14 59 18:	—71 40·0	9·0	< 11·4	
Triang. Austr.	*GCG* 20554	15 4 43	—69 42·1	5·2	6·2	
Libra . . .	*SD* —19° 4047	15 6 31	—19 24·9	4·5	—	
Norma . .	*GCG* 21089	15 28 45	—49 10·4	6·9	10·8	(*R* Normae)
„ . . .	Cp_{g0} 8527	15 36 21	—54 40·0	7	10·5	*G*

Sternbild	Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Max.	Grösse Min.	Periode, Bemerkungen
Libra . . .	*GZ* 14^h 3719	$15^h 53^m 57^s$	−29° 29′·8	9·1	10·7	Algoltypus ? 608^d ?
Scorpius . .	*GZ* 15 4006	15 58 38	−23 49·5	8·5	10	*RZ* Scorpii, 135^d, *F* [illegible]
Serpens . .	*BD* +10° 2956	16 2 30	+10 12·0	9·0	< 11·9	
Hercules . .		16 5 59	+23 20·7	9	< 10	
Scorpius . .	*GZ* 16^h 1980	16 30 14	−31 1·4	7·8	9·7	*G*
„ . .	*GZ* 16 2278	16 34 12	−32 11·0	7·5	9·4	*R*
Ophiuchus .		16 43 11	−19 17·1	8·5	11·5	
Ara . . .	*GCG* 23005	16 54 22	−54 55·4	8·5	—	
Hercules . .		16 56 43	+31 21·8	9·2	< 9·6	*RV* Herculis, *Ch* 6100
„ . .	*BD* +27° 2772	17 6 46	+27 11·1	8·8	< 9·6	
„ . .	*BD* +23 3090	17 18 41	+23 2·4	8·8	11	
Scorpius . .	*Q Scorpii*	17 29 39	−38 33·7	4·2	5·2	
Pavo . . .	*GCG* 23935	17 34 41	−57 40·4	7·0	—	
Scorpius . .	*CD* −35° 11829	17 35 41	−35 11·7	10·7	11·6	
„ . .	*PD* −35 7270	17 36 7	−35 39·8	9·1	10·7	
Pavo . . .		17 41 6:	−62 23··	9·1	< 12·8	
Ara . . .		17 45 35:	−51 40··	—	—	
Hercules . .		17 55 25	+19 29·3	9	9·9	
Lyra . . .	*BD* +36 3066	18 11 33	+36 38·0	8·7	< 10	
Sagittarius .	*CD* −33 13234	18 21 21	−33 22·9	8·2	12·3	*RV* Sagittarii, 316^d
Ophiuchus .	*BD* +12 3557	18 26 1	+12 32·6	7·0	7·5	Algoltypus, 21^d 21^h
Corona Austr.	*CD* −37 12782	18 34 14	−37 55·6	8·9	< 11·8	
Sagittarius .		18 56 13	−13 18·4	5	< 10·0	Neuer Stern vom Jahre 18[illegible]
„ .	*SD* −19 5347	19 8 3	−19 2·2	9·7	11·1	
„ .		19 8 42:	−18 59··	9·9	< 13·3	
Draco . . .	*BD* +67 1124	19 9 56	+67 6·9	9·7	< 10·0	
Sagittarius .	*CD* −33 14076	19 10 1	−33 41·9	6·1	< 11·3	
Cygnus . .		19 28 3	+43 25·0	7·5	9·0	
Aquila . .		19 33 7	+11 28·8	8·8	10·0	
Vulpecula .	*BD* +20 4200	19 33 57	+20 33·6	6·9	7·6	*U* Vulpeculae, *G*, 1897 Oct. 2·47 + [illegible]
Cygnus . .	*BD* +32 3522	19 37 4	+32 23·1	8·0	—	
„ . .	*BD* +28 3460	19 38 49	+29 5·5	6·6	7·4	*ST* Cygni, 1897 Oct. 4·66 + 3^d [illegible]
Pavo . . .		19 39 30:	−72 1··	7·6	12·1	243^d
Cygnus . .		19 42 43	+32 27·6	10	12	Algoltypus 1890 Dec. 1[illegible] $23^h·3$ + 6^d 0^h [illegible]
Telescopium .		19 58 25	−55 50·1	9·0	10·4	
Pavo . . .	*GCG* 27560	20 3 18	−60 13·9	9·0	—	
Cygnus . .	*BD* +45° 3062	20 3 50	+46 0·5	8·6	< 10·0	
„ . .		20 6 17	+41 12··	8·9	10·1	
Aquila . .		20 8 0:	+12 41··	9·3	10·4	
Cygnus . .		20 11 33	+30 46·0	8·5	< 9	
„ . .		20 12 19	+35 36·1	8·5	—	
Capricornus .	*GCG* 27776	20 12 54	−21 33·1	8·6	10·3	*R*
Microscopium	*GCG* 28038	20 21 50	−28 35·5	7·4	8·4	
„	*CD* −40° 13888	20 22 35	−40 44·8	8·5	12·5	
Cygnus . .		20 29 55	+54 37··	9	14	
Delphinus .	*BD* +17 4367	20 33 7	+17 55·8	9·1	—	Algoltypus
Aquarius . .	*SD* − 5 5359	20 39 6	− 5 12·1	9	12	
Pavo . . .		20 47 12:	−63 5··	9·6	< 12·7	

Sternbild	Bezeichnung des Sterns	α 1900·0	δ 1900·0	Grösse Max.	Grösse Min.	Periode, Bemerkungen
Delphinus .	*BD* +17°4452	20h50m18s	+17°14′·3	8·0	8·9	
Aquarius . .	*SD* —4 5381	21 1 1	— 4 26·3	10·2	< 12	1899 Aug. 16 + 214 *E*
Capricornus .	*SD* —17 6181	21 1 41	—16 49·7	8·1	9·3	
Cepheus . .		21 3 33	+82 39·8	10	12	
Aquarius . .	*SD* —14 5960	21 7 15	—14 48·0	8·4	9·3	
Indus . . .	*GCG* 29232	21 13 34	—45 26·6	6·0	—	
Pegasus . .		21 16 15	+14 1·6	9·1	10·1	
Microscopium	*AW* 16813	21 20 48	—30 17·0	8·4	9·5	
Piscis Austr.	*GCG* 29490	21 26 12	—34 23·1	5·5	6·2	
Grus . . .	π¹ *Gruis*	22 16 37	—46 27·1	5	6·7	*R*
Lacerta . .	*BD* +33°4489	22 17 54	+32 52·3	8·9	< 9	
Grus . . .	*CD* —38 15044	22 19 51	—38 4·5	8·6	11·0	
" . . .		22 19 54:	—48 57...	7·2	12·3	400d
Sculptor . .	*CD* —30 19448	23 3 39	—30 40·7	8·0	8·9	
Pegasus . .		23 13 55	+25 38·2	8·1	8·9	
Cassiopea .		23 39 36:	+56 0...	9·2	10·3	
Aquarius . .	*SD* —16 6379	23 47 5	—16 24·7	8·2	9·3	
Andromeda .	*BD* +47 4318	23 50 19	+48 6·0	9·3	9·8	
Cassiopea .		23 58 12:	+55 7...	9·8	13·4	

VALENTINER.

Sterncataloge und -Karten. a) Cataloge. Die Zusammentragung der Ortsbestimmungen von Sternen, bezogen auf das gleiche Aequinoctium, oder die Herstellung von Sterncatalogen, ist schon im Alterthum begonnen. Der allerälteste Catalog ist der des EUDOXUS, eines Schülers des PLATO, dessen Beobachtungen die Epoche 368 bis 352 v. Chr. gehabt haben müssen. Es sind nur Deklinationen von 25 Hauptsternen und der Catalog ist uns nur in dem astronomischen Lehrgedicht des ARATUS überliefert. Unter blosser Nennung der Cataloge von ARISTILLUS und TIMOCHARIS, von HIPPARCHUS und MENELAUS wenden wir uns dann zu dem bekanntesten aus jener alten Zeit, dem Cataloge des PTOLEMÄUS, welcher zwar sehr wahrscheinlich nur eine Uebertragung des auf das Aequinoctium 128 v. Chr. bezogenen Catalogs des HIPPARCHUS mit einer ziemlich ungenauen Präcessionsconstante auf das Jahr 138 n. Chr. ist; aber unter dem Namen des PTOLEMÄUS ist dieser Catalog seit dem Aufblühen der Astronomie zu Anfang des 16. Jahrhunderts mindestens 7 mal herausgegeben worden, zuletzt von BAILY 1843. Er ist für uns die Hauptquelle von Sternpositionen aus ältester Zeit und trotz der Ungenauigkeit der in ihm enthaltenen Längen und Breiten von 1025 Sternen bestätigt er doch manche der grösseren Eigenbewegungen. Dieser im Almagest enthaltene Sterncatalog erscheint einfach übertragen auf die Epoche 964 in ABD-AL-RAHMAN-AL-SÛFI's Catalog, der bloss in den Schätzungen der Sterngrössen eigenes hinzufügt, ebenso bringen die berühmten Tabulae Alphonsinae nur eine Uebertragung des PTOLEMÄI'schen Cataloges auf 1252·4. Dagegen hat ULUGH-BEY in Samarkand 1018 Sterne des Almagest für die Epoche 1534 neu beobachtet und auch seinen Catalog hat BAILY 1843 wieder veröffentlicht. Ebenso sind die Beobachtungen von 1004 Sternen durch den Landgrafen von Hessen und ROTHMANN für die Epoche 1594 original und darin von den früheren vortheilhaft unterschieden, dass die Beziehungen zwischen Sonne und Stern nicht mittels des Mondes, sondern mittels der Venus hergestellt waren, die zu einer Zeit, wo man

weder bei Tage die Sterne beobachten konnte, noch sich auf den Gang der Uhren sicher verlassen konnte, als Zwischenglied der geringeren eigenen Bewegung und der schärferen Pointirung wegen dem Monde vorzuziehen war. Ebenso verfuhr TYCHO, dessen Sterncatalog in zweiter Ausgabe 1005 Sterne für 1601 enthält. Der letzte, der ohne Fernrohr Sternpositionen in grösserer Zahl bestimmte, ist HEVELIUS; sein zu Danzig beobachteter Catalog enthält 1553 Sterne für die Epochen 1661 und 1701 und er hat in denselben mit aufgenommen 335 südliche Sterne, die HALLEY auf einer Expedition nach St. Helena beobachtet hatte, allerdings mit Fernrohr, um Anhaltspunkte für die Schifffahrt in den südlichen Gewässern zu schaffen. Während alle früheren Cataloge die Positionen in Längen und Breiten geben, führt HEVELIUS als erster ausserdem Rectascensionen und Deklinationen an. Die späteren geben nur die letzteren Coordinaten, mit Ausnahme gewisser Specialcataloge.

Während die bisher genannten Cataloge nur ein historisches Interesse beanspruchen dürfen, beginnt nun mit FLAMSTEED die grosse Reihe derjenigen Cataloge, welche dem lebenden Astronomen noch von Nutzen sind. Es wird unten eine vollständige Uebersicht derselben gegeben mit gedrängter Wiedergabe der auf die Cataloge bezüglichen Daten. Es ist aber fernerhin nothwendig, die Cataloge zu unterscheiden in solche, welche möglichst scharfe Bestimmungen der helleren Sterne, hervorgegangen aus fundamentalen Anschlüssen an die Sonne für die Rectascensionen und an Nadir oder Pol für die Deklinationen enthalten, und jene, welche die telescopischen Sterne registriren, bezogen auf die bekannten nahe liegenden Hauptsterne und dabei meist aus Arbeitsökonomie diese Sterne gleich zonenweise beobachten. Man könnte daher die Cataloge eintheilen in Fundamental- und Zonencataloge, obwohl diese Eintheilung nicht strenge sein kann, da viele Cataloge ausser fundamentalen Hauptsternpositionen auch gelegentliche Beobachtungen anderer Sterne mit aufführen. Die besondere Wichtigkeit der reinen Fundamentalcataloge besteht darin, dass ihre durch Häufung der Beobachtungen verschärften Positionen geeignet erscheinen, den täglichen Bedarf an Zeitsternen für andere Beobachtungen zu decken und dass zur Erleichterung ihres Gebrauchs zu diesem Zwecke entweder ihre Oerter für den Anfang jedes Jahres berechnet werden mit Hülfsgrössen, welche ihre Uebertragung auf den jeweiligen scheinbaren Ort gestatten, oder in Intervallen von wenigen Tagen direct diese scheinbaren Oerter gegeben werden. So entstehen die Sternephemeriden der vier grösseren astronomischen Jahrbücher.

Die eigentlichen Fundamentalcataloge können nur Sterne enthalten, deren Helligkeit dieselben auch bei Tage jeder Zeit mit der Sonne zu beobachten gestattet. Mit Hilfe dieser werden sie direct gegen den Frühlingspunkt orientirt und es werden absolute Rectascensionen erhalten, während die Beobachtungen der Deklinationen an Sternwarten, die über fest aufgestellte Meridiankreise verfügen, und ihre Polhöhe jeder Zeit kennen, immer als absolute betrachtet werden dürfen. Die Beobachtung der Sonne am Meridiankreise giebt nämlich eine Gleichung zwischen ihrer Rectascension, Deklination und der Schiefe der Ekliptik, indem $tang\,\varepsilon = \frac{tang\,\delta}{sin\,\alpha}$ ist. Da δ durch die Beobachtung direct gegeben ist, so bestimmt man zunächst durch Beobachtungen in der Nähe der Solstitien die Schiefe ε, welche für $\alpha = 6^h$, und $\alpha = 18^h$ von α fast unabhängig ist. Ist durch mehrere Solstitien hindurch der Wert von ε und seine säculare Veränderung bekannt geworden, so lässt sich aus den übrigen Beobachtungen derselben Jahre aus obiger Gleichung der Wert der Rectascension der Sonne finden und damit die Recta-

scensionen aller der Sterne, welche vor oder nach der Sonne am gleichen Tage beobachtet sind, aus den Differenzen der Durchgangszeiten, wenn diese für den Uhrgang corrigirt sind. Die Gleichung $sin\,\alpha = \frac{tang\,\delta}{tang\,\varepsilon}$ zeigt, dass α um so sicherer bestimmt wird, je kleiner δ ist, denn das Differential derselben giebt

$$cos\,\alpha\, d\alpha = \frac{d\delta}{tang\,\varepsilon\, cos^2\delta},$$

woraus durch Einführung des obigen Wertes für $tang\,\varepsilon$ sich ergiebt

$$d\alpha = \frac{2\, tang\,\alpha}{sin\,2\delta}\, d\delta.$$

Für die Aequinoctien ist also ein Fehler in δ am wenigsten wirksam auf die α und es ist daher am vortheilhaftesten, um diese Zeit die Zwischenzeiten zwischen den Durchgängen eines Sternes und der Sonne zu beobachten. PIAZZI beobachtete nur die beiden äquatornahen Sterne α Canis minoris und α Aquilae mit der Sonne zur Zeit der Aequinoctien und schloss die anderen Hauptsterne an den von beiden an, dem zunächst der Stern culminierte, auch BESSEL verfuhr so. Es kommen aber auf diese Weise systematische Differenzen in die Rectascension eines Sternes, je nachdem sie sich auf α Aquilae oder α Canis minoris stützt und es hat neuerdings COHN[1]) nachgewiesen, dass dieselben wesentlich auf einen Auffassungsunterschied zwischen den Tag- und Nachtbeobachtungen zurückzuführen sind. Die einwandfreie, zwar früher schon hie und da im Prinzip angewandte, aber von COHN ausführlich dargelegte Reductionsmethode besteht darin, in jedem Satz von Beobachtungen die Differenzen je zweier Nachbarsterne zu bilden, corrigiert für Uhrgang, Instrumentalfehler, und Reduction auf den Jahresanfang; so entsteht eine Unzahl Bedingungsgleichungen für die Rectascensionen, aus denen unter voller Ausnutzung des Beobachtungsmateriales, die Unterschiede aller Rectascensionen hervorgehen, die Rectascensionen selbst werden durch die Orientierung des ganzen Systems gegen die Sonnenbeobachtungen gefunden, derart, dass die Summe der übrigbleibenden Fehler mit ihren Gewichten multiplicirt gleich Null wird. Bleibt durch systematische Fehler in der Bestimmung der Schiefe oder der Deklinationen der Sonne noch ein Fehler in dem Fundamentalcatalog, so nennt man diesen den Fehler des Aequinoctiums und ebenso können Refractionsfehler und Theilfehler in den Deklinationen systematische Abweichungen von der wahren Kugelgestalt der sternbesetzten Sphäre erzeugen.

Während JAMES BRADLEY zwar auch schon die Hauptsterne an die Sonne anschloss, ist doch MASKELYNE der erste, der unter Beiseitelassung aller anderen Sterne den Greenwicher Meridiankreis allein der Beobachtung der Sonne, des Mondes, der Planeten und von 36 Hauptsternen widmete, die daher auch den Namen der 36 MASKELYNE'schen Fundamentalsterne tragen. Es sind γ Pegasi, α Arietis, α Ceti, α Tauri, α Aurigae, β Orionis, β Tauri, α Orionis, α Canis maioris, α Geminorum, α Canis minoris, β Geminorum, α Hydrae, α Leonis, β Leonis, β Virginis, α Virginis, α Bootis, α^1 und α^2 Librae, α Coronae, α Serpentis, α Scorpii, α Herculis, α Ophiuchi, α Lyrae, γ Aquilae, α Aquilae, β Aquilae, α^1 und α^2 Capricorni, α Cygni, α Aquarii, α Piscis austrini, α Pegasi und α Andromedae. Der Fundamentalcatalog ist in den Greenwicher Beobachtungen für 1802 und in ZACH's »Tabulae speciales aberrationis et nutationis« publicirt. An anderen Sternwarten

[1]) Ueber einige allgemeinere Ergebnisse einer Neureduction der ältesten BESSEL'schen Meridianbeobachtungen, von FRITZ COHN, V. A. G. 1898, pag. 291.

ist von den Nachbarsternen α^1 und α^2 der Waage und des Steinbocks bisweilen nur der eine beobachtet, die nördlichen streichen auch α des südlichen Fisches wegen niedrigen Standes am Horizont. Sonst aber bilden diese 36 Sterne den eisernen Bestand aller Fundamentalcataloge, dem die späteren an kraftvolleren Instrumenten beobachteten nur noch schwächere Sterne hinzugefügt haben.

Die Beobachtungen der gleichen Sterne in Königsberg haben BESSEL seinen ersten auf 1815 bezogenen und dann seinen zweiten Fundamentalcatalog geliefert, der auf 1825 für die Rectascensionen gestellt ist. Zusammen mit einem Cataloge der Deklinationen derselben Sterne für 1820 bildet der zweite Catalog die Grundlage für die wichtigen »Tabulae Regiomontanae reductionum observationum astronomicarum ab anno 1750 usque ad annum 1850 computatae«. Indem nämlich BESSEL seine Beobachtungen mit denen BRADLEY's vergleicht, die er selbst in den »Fundamenta Astronomiae pro anno 1755 deducta ex observationibus viri incomparabilis JAMES BRADLEY, Regiomonti 1818« reducirt hatte, erhält er die durch einen Zwischenraum von nahezu 70 Jahren gesicherten Eigenbewegungen dieser Sterne, welche ihm gestatten, für den Zeitraum eines ganzen Jahrhunderts die mittleren und scheinbaren Oerter derselben anzugeben und zwar dergestalt, dass auf der linken Seite für fünf um hundert Tage auseinander liegende Epochen jedes Jahres die auf dessen Anfang bezogenen Oerter, sowie sie durch die Präcession und den von der Mondlänge abhängigen Theil der Nutation geändert werden, rechts aber die Correctionsbeträge derselben durch die Sonnennutation und Aberration von 10 zu 10 Tagen gegeben werden. Letztere haben einen Cyclus von einem Jahre und sind daher nur für die Jahre 1760, 1780, 1800, 1820, 1840 nebst ihren zehnjährigen Aenderungen gegeben. Die Tabulae Regiomontanae haben eine Zeit lang zur Grundlage für das Berliner Jahrbuch gedient, worüber weiter unten mehr zu sagen ist, ebenso wie der Fundamentalcatalog MASKELYNE's mit seinen auch aus BRADLEY abgeleiteten Eigenbewegungen die Sternörter für den Nautical Almanac geliefert hat.

Eine Fortsetzung der Tabulae Regiomontanae ist für den Zeitraum 1850 bis 1860 von ZECH berechnet und als Anhang eines Werkes erschienen, das eine weitere Fortsetzung derselben in ihrer ursprünglichen Gestalt überflüssig machte. Es liegt auf der Hand, dass der Gebrauch der Sternörter für die neuere Zeit sich nicht allein auf die Beobachtungen BESSEL's um 1825 herum stützen konnte und eine weitere Verbesserung musste ein fundamentaler Catalog erfahren, wenn er, anstatt auf zwei Fundamenten, wie BESSEL und BRADLEY, auf mehreren beruhte. In dieser Richtung unternahm WOLFERS in den unter seinem Namen bedeutsam gewordenen »Tabulis reductionum« den Aufbau eines Fundamentalcatalogs auf folgenden Grundlagen für die Rectascensionen:

1) BESSEL's erster Fundamentalcatalog für 1815.

2) BESSEL's zweiter Fundamentalcatalog für 1825.

3) STRUVE's »Stellarum fixarum imprimis duplicium et multiplicium positiones mediae pro epocha 1830. 0«.

4) POND: »A catalogue of 1112 stars deduced from observations made at the Royal Observatory at Greenwich from the years 1816 to 1833«.

5) »560 stellarum fixarum positiones mediae ect. auctore F. G. W. ARGELANDER« (bekannt unter dem Namen des Catalogus Aboensis).

6) HENDERSON's Beobachtungen in Edinburg. »Edinburgh Observations«. Vol. 1—6.

7) AIRY's sogen. »Twelve-year (1836—47) Catalogue«.

Die Positionen aller dieser Cataloge wurden auf 1830 reducirt mit den Ortsangaben der Tabulae Regiomontanae verglichen, von den erhaltenen Unterschieden wurde für jeden Catalog das Mittel gebildet und von jeder Differenz als systematische Catalogabweichung abgezogen. Die so erhaltenen individuellen Sterncorrectionen, wurden dann gemittelt und ergaben die Verbesserung der Tabulae Regiomontanae nachdem noch das Mittel der Fehler der Aequinoctien hinzugefügt war. So entstand für die Epoche 1830 ein neues System, das System WOLFERS, für das aber auch die Eigenbewegungen andere wurden; zwar bildete wieder BRADLEY den einseitigen Ausgangspunkt für dieselben, nur nahm WOLFERS Rücksicht auf verfeinerte Reductionen der Hauptsterne BRADLEY's, die theils von LEVERRIER[1]), theils von PETERS[2]) abgeleitet worden waren; diese Verschiebungen auch des anderen Grenzpunktes änderten natürlich die Eigenbewegungen ein wenig.

Für die Deklinationen zog WOLFERS ausser den oben genannten Catalogen noch neuere Deklinationsbestimmungen BESSEL's für die Epoche 1840 und Beobachtungen MOESTA's in Santiago heran, und erhielt in ganz analoger Weise ein gesicherteres Deklinationssystem. Ausserdem fügte er hier die 9 Sterne α Cassiopeae, α Persei, α, γ, η Ursae maioris, γ Draconis, α und β Cephei als weitere Fundamentalsterne hinzu, ihre Zahl auf 45 erhöhend. Die Tabulae reductionum gaben in der von BESSEL angefangenen Weise die Sternörter für die Zeit von 1860—1880. Nebenher laufend hatte die Pulkowaer Sternwarte Tabulae quantitatum Besselianarum bis auf die Gegenwart publicirt, welche aber nur für die Reduction vom mittleren auf den scheinbaren Ort Hilfsgrössen in der von BESSEL zuerst gewählten Form enthalten. Auch LEVERRIER hat für die 36 Fundamentalsterne einen Fundamentalcatalog, jedoch mit anderen Präcessionswerthen geschaffen, und ihre Oerter von 1750—1900 gegeben, analog den Tabulis Regiomontanis. Dieses fast nur in Frankreich benutzte System findet sich in den »Annales de l'obs. imp. de Paris tome second chapitre X, Paris 1856«.

Es folgt nun eine Arbeit von S. NEWCOMB: »On the right ascensions of the equatorial fundamental stars« ect, Washington 1872. Es wurden hier zwar nur für 29 der MASKELYNE'schen Fundamentalsterne, aber nach mustergiltiger Ausgleichung aus 26 Hauptcatalogen von BRADLEY bis zu dem Greenwich Nine-year Catalogue, die Correctionen der Aequinoctien bestimmt und hierauf die Verbesserungen der Sternörter gegen die Tabulae Regiomontanae abgeleitet. NEWCOMB's System ist in A. R. thatsächlich das System des Fundamentalcatalogs für die Zonen der Astronomischen Gesellschaft, welcher von AUWERS bearbeitet und als Publication XIV der A. G. erschienen ist. Er sollte im wesentlichen auf den Pulkowaer Fundamentalbestimmungen für die Epoche 1865 beruhen, diese aber wurden vorläufig reducirt an die Commission abgegeben, indem die Uhrstände aus den als fehlerlos angenommenen NEWCOMB'schen Fundamentalsternen abgeleitet wurden, die erst später selbst wieder aus den Pulkowaer Beobachtungen berechnet werden sollten. So beruhen die 539 Sterne des Fundamentalcatalogs völlig in Rectascension auf dem NEWCOMB'schen System, in Deklination aber auf dem System des Pulkowaer Verticalkreises. Zur Stütze von Pulkowa 1865, sind folgende der Epoche nicht allzufern liegende Cataloge herangezogen, nachdem die systematischen Unterschiede für Pu. 1865 für alle Sterne gebildet und

[1]) Comptes rendus des Séances de l'Académie des sciences, séance du 29. nov. 1852, pag. 819.

[2]) Bestimmungen der Abweichungen des Greenwicher Passageninstrumentes vom Meridian ect. von C. A. F. PETERS. Eine von der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig am 2. Januar 1855 gekrönte Preisschrift. Danzig 1855.

in der Form eines von der Rectascension und der Deklination abhängigen Gliedes für beide Coordinaten dargestellt waren.

1) Die beiden gesondert für Rectascension und Deklination aufgestellten Pulkowaer Cataloge für 1845.

2) Pulkowaer neuere Beobachtungen von 1869—1874.

3) Die Gesammtheit der Greenwicher Beobachtungen von 1836—76.

4) Beobachtungen der Hauptsterne am Meridiankreis der Harvard-Sternwarte 1871 und 1872.

5) Deklinationsbestimmungen am Leipziger Meridiankreise von Engelmann 1866—1870.

Endlich 6) Deklinationsbestimmungen der Gradmessungssterne am Leidener Meridiankreise 1864—1870.

Der Fundamentalcatalog erschien zunächst als vorläufiger in der Vierteljahrsschrift der Astron. Gesellschaft (V. A. G.) für 1869, da er für die z. Th. schon begonnenen Zonen der Astronomischen Gesellschaft ein unmittelbares Bedürfniss war. Seine definitive Gestalt erhielt er dann in Publ. XIV der A. G. Seine Sterne scheiden sich in 336 Pulkowaer Hauptsterne und 203 »Zusatzsterne«, welche die Nummern 337—539 tragen. Da indess dieser Fundamentalcatalog nur bis zu 10° südlicher Deklination ging, so erhielt er in Publ. XVII der A. G. noch einen Zusatz von 83 Sternen, welche die südliche Grenze bis auf — 32° rückten; sie sind aus den oben angeführten und einigen anderen auf Sternwarten der Südhalbkugel beobachteten Catalogen zusammengetragen und fügen sich fast genau in dasselbe System wie die 539 Sterne. Hier war nun zum ersten Male ein Catalog gegeben, der eine so grosse Zahl von Sternen enthielt, dass alle Cataloge leicht auf sein System bezogen werden konnten, weil sich genügend gemeinsame Sterne finden mussten; seine Verwendung dazu werden wir später kennen lernen.

Den schwachen Punkt des Fundamentalcataloges bildeten die Eigenbewegungen, die im wesentlichen auf der Vergleichung von Pulkowa 1865 und Bradley beruhten, und für den Fall, dass einzelne Sterne dieses von Auwers neu reducirten ältesten Cataloges[1]) minder sicher beobachtet waren, mussten sich die fehlerhaften Eigenbewegungen in einer merklichen Fälschung der Oerter fühlbar machen, sobald die Epoche 1865 nur weit genug überschritten war. Es sind daher unmittelbar nach Fertigstellung des Fundamentalcatalogs neue Beobachtungsreihen seiner Sterne begonnen worden, und bereits im Gang befindliche inzwischen fertig geworden, Reihen am Cap der guten Hoffnung, in Greenwich, Paris, Pulkowa, Washington, sowie in Berlin von Küstner und Battermann beobachtete, deren ausführliche Bezeichnungen in dem unten folgenden Register aller Sterncataloge gegeben sind. Die Verbesserung des Fundamentalcatalogs wurde nun von Auwers in der Weise unternommen, dass er zunächst die Eigenbewegungen durch eine Ausgleichung aller Positionen seit Bradley mit sehr kritisch ertheilten Gewichten erhielt, welche sich aus drei Factoren zusammensetzen, einem ersten, der den neueren Catalogen ein Uebergewicht über die älteren sichert, einem zweiten, der die relative Güte des Cataloges unter seinen Zeitgenossen beurteilt, endlich einem von der Zahl der Einzelbestimmungen, die zur Catalogposition vereinigt sind, abhängigen.

---

[1]) Neue Reduction der Bradley'schen Beobachtungen aus den Jahren 1750—1762 von Arthur Auwers, Dritter Band, Petersburg 1888.

Die sorgfältige Ausgleichung, welche alle Beobachtungen der Fundamentalsterne in einem Zeitraum von über 140 Jahren hier gefunden haben, zeigt sich am schönsten in der Auffindung weiterer Sterne mit veränderlicher Eigenbewegung neben den altbekannten Sirius und Procyon; es sind die Sterne η Cassiopeae, wo die Meridianbeobachtungen dem schwachen Begleiter eine Masse von $\frac{4}{5}$ des Hauptsterns zuweisen, δ Cassiopeae, wo indess das Material noch nicht ganz ausreicht, π Bootis (Periode etwa 100 Jahre), γ Draconis (90 Jahre). Dagegen erweisen sich zwei Sterne, denen von anderer Seite veränderliche Eigenbewegungen zugeschrieben wurden, als geradlinig bewegt, τ Virginis (vergl. COHN, A. N. 3341) und β Persei, dessen Lichtwechselanomalien CHANDLER durch Störungen von einem dritten Stern erklärt, der zugleich in den Coordinaten eine 140jährige Periode erzeugt, eine Annahme, die schon BAUSCHINGER (V. A. G. Bd. 29, pag. 196) schlagend zurückgewiesen hat. Die verfeinerten Positionen des Fundamentalcatalogs sind in Form von Correctionen für die Epochen 1880 und 1900 mit den neu gewonnenen Eigenbewegungen A. N. 3508—9 aufgeführt; auch diese dritte Ausgabe des Fundamentalcatalogs bezeichnet sein Urheber nur als eine vorläufige Werthe enthaltende, da denselben erst eine erste Ausgleichung zu Grunde liegt; der weiteren Ausfeilung, deren gewiesener Weg a. a. O. skizzirt ist, soll endich eine Orientirung des ganzen Systems gegen die Sphäre folgen.

Für die Bedürfnisse nach dichterer Besetzung der südlich des Aequators gelegenen Zone mit Anhaltsternen, um die Zonen der A. G. bis zum 23ten Parallel südl. Dekl. fortsetzen zu können, sorgen dann

1) »Vorläufiger Fundamentalcatalog für die südlichen Zonen der Astronomischen Gesellschaft«, A. N. 2890—1, enthaltend 303 Sterne bis zur Deklination — 25°.

2) »Verbesserungen der Oerter des vorläufigen Fundamentalcataloges für die südlichen Zonen der Astronomischen Gesellschaft« A. N. 3511.

Endlich wird noch der Raum südlich von — 23° bedeckt durch den »Fundamentalcatalog für Zonenbeobachtungen am Südhimmel und südlicher Polar-Catalog für die Epoche 1900«, enthaltend 499 Sterne, die, um etwas überzugreifen, schon bei — 20° beginnen, A. N. 3431—2. So besitzen wir drei Fundamentalcataloge, die nach gleichmässigem Plane von demselben Astronomen angelegt sind und den ganzen Himmel mit überaus scharf bestimmten Sternen dicht besetzen; nicht mehr fern der definitiven Ausgleichung werden sie ein einheitliches Coordinatensystem über die ganze Sphäre spannen. Wenn dasselbe vielleicht trotzdem nicht zu allgemeiner Anwendung kommen sollte, so sind die Beschlüsse der Pariser Conferenz von 1896 dafür maassgebend, zu deren Verständniss einiges über die vier grossen astronomischen Jahrbücher oder Ephemeriden vorausgeschickt werden muss.

Die astronomischen Ephemeriden. Anfangs enthalten alle nichts als einen erweiterten Kalender des Jahres und astronomische Aufsätze, später nehmen sie mehr und mehr die jetzige Gestalt an, indem sie unter Ausscheidung des Beiwerks, Tafeln über die Stellung von Sonne, Mond, Planeten, über Finsternisse, astronomische Reductionshilfstafeln und endlich die mittleren Oerter einer stets wachsenden Anzahl von Sternen und dann ihre scheinbaren Oerter, für die polnahen Sterne von Tag zu Tag, für die übrigen von 10 zu 10 Tagen gültig für die mittlere Mitternacht des Meridians der Ephemeride geben. Nur der letztere Theil der Jahrbücher interessirt uns hier.

A. Das **»Berliner astronomische Jahrbuch«** erscheint seit 1776 ununterbrochen herausgegeben der Reihe nach von BODE, ENCKE, WOLFERS, FOERSTER,

Tietjen, Bauschinger. In den älteren Jahrgängen enthält es nur gelegentlich Verzeichnisse mittlerer Sternörter. Vom Jahre 1830 ab erscheinen zum ersten Mal auch die scheinbaren Oerter und zwar der beiden Polsterne α und δ Ursae minoris und von 45 Hauptsternen, nämlich den 36 Maskelyne'schen Fundamentalsternen und 9 nördlichen, die Bessel hinzugefügt, im Systeme der Tabulae Regiomontanae, von 1846 ab werden 5 Hauptsterne des südlichen Himmels nach dem Cataloge Johnson's hinzugenommen, jedoch nur bis 1851 incl., dann sinkt die Zahl der Hauptsterne wieder auf 45. Im Jahre 1861 wird der Uebergang auf das System Wolfers der Tabulae Reductionum gemacht. Im Anhange des Jahrbuchs für 1867 sind dann von Wolfers die Oerter von 25 weiteren helleren Sternen im Systeme der Tab. red. berechnet, weil sich eben doch die bisherige Zahl als nicht ausreichend erwiesen hatte, und von 1868 ab werden auch die Ephemeriden dieser, also nunmehr von 70 Zeit- und 2 Polsternen gegeben. Schon im Jahre 1869 wurde es im Anhange ausgesprochen, dass die von 1830 vorwärtsgebrachten Oerter nicht mehr die erforderliche Genauigkeit besitzen könnten. Ihre Verbesserung aber wurde bis nach Neureduction der Bradley'schen Beobachtungen hinausgeschoben. Im Jahre 1883 erscheint dann im Jahrbuch zum ersten Mal das Verzeichniss der den beiden Auwers'schen Fundamentalcatalogen in Publ. XIV der A. G. und im 15. Bande der V. A. G. entnommenen Sterne. Von den 622 Sternen beider Cataloge werden indes nur für 450 auch die scheinbaren Oerter gegeben, für die sechs Polsterne über 85° für jede Culmination, für 3 Sterne zwischen 80 und 85 von 5 zu 5 Culminationen, für die übrigen 441 Sterne von 10 zu 10 Tagen, der Ausschluss der 172 Sterne von der Ephemeridenrechnung rechtfertigte sich durch die zu grosse Dichtigkeit der Sterne. Im Jahrgang 1886 werden im Anhang noch die Verbesserungen der mittleren Oerter von 5 Polsternen für 1883, 1884 und 1885 gegeben, welche die mechanische Quadratur gegenüber der Rechnung mit den Präcessionsgliedern erfordern. Im übrigen behält das Berliner Jahrbuch seine Gestalt bis 1900 bei.

B. Die »**Connaissance des Temps**« [ou des mouvements célestes à l'usage des astronomes et des navigateurs], gestellt auf den Meridian von Paris wird seit 1679 der Reihe nach von Picard, Lefèvre, Lieutaud, Godin, Maraldi, Lalande, Jeaurat, Méchain und seit 1797 von dem Bureau des Longitudes herausgegeben. Die Sternverzeichnisse dieser Ephemeriden, die uns hier allein interessiren, berücksichtigen auch die Sterne des Südhimmels, während das Berliner Jahrbuch nur bis — 32° Deklination geht. Die Sternverzeichnisse beginnen erst 1840 mit 67 Sternen und vermehren sich dann allmählich, bis sie im Jahre 1866 auf 310 Sterne ansteigen. Die Positionen beruhen dann im wesentlichen auf einer Pariser Beobachtungsreihe von 1859—1868 und sind für die südlichsten Sterne von Laugier im 27. Band der Mémoires de l'Academie des sciences discutirt. Für einen Theil dieser Sterne (112) sind im Anhange der Connaissance für 1883 die Verbesserungen mitgetheilt, welche Pariser Beobachtungen von 1860—76 ergeben haben, die in jedem folgenden Band neu aufgeführt sind. Im Jahre 1888 ist die Anzahl der südlichen Sterne um 60 vermehrt worden, nachdem 1885 6 südliche Polsterne eingeführt worden waren.

C. Der »**Nautical Almanac and astronomical ephemeris**« erscheint für den Meridian von Greenwich seit 1767 unter der Verantwortung von resp. Maskelyne, Pond, Stratford, Hind, Downing. Leider haben die Sternverzeichnisse dieser wichtigen Ephemeride, auf welcher viele anderen Sterncataloge beruhen, ganz ausserordentlich häufige Veränderungen und Verbesserungen erfahren, welche schwer zu controliren sind. Die ersten Sternverzeichnisse für 1822 von 24, dann

von 60 und für 1834 von 100 Sternen geben die Positionen nach einer Zusammentragung aus vielen Catalogen für das Aequinoctium 1830. 1840 sind 54 von den 100 Sternen nach neueren Greenwicher Beobachtungen abgeändert, 1842 werden weitere 9, 1843, 1844, 1845 aber alle in Greenwich beobachtbaren Sterne nach den letzten Beobachtungen corrigirt und zwar von Jahr zu Jahr anders. Schon 1848 wurde ein ganz neuer Catalog von 100 Hauptsternen für das Aequinoctium von 1840 gegeben, für die Nordsterne aus AIRY's »first Six-year-Catalogue«, für die Südsterne aber aus den Beobachtungen auf St. Helena und am Cap entnommen. 1855 sind 84 von diesen 100 Sternen von ADAMS nach Greenwicher Beobachtungen verbessert, die anderen beibehalten. 1857 sind 47 neue Sterne hinzugefügt, 4 nach dem Twelve-year-Catalogue, die andern 43 nach Greenwicher Beobachtungen von 1850—52. 1871 sind dann sämmtliche nördliche 134 von diesen 147 Sternen neu berechnet aus dem »first Seven-year-Catalogue«, die 13 südlichen aber unverändert dem Fundamentalcatalog für 1840 in dem Jahrgang für 1848 entnommen. Ausserdem sind die BESSEL'schen Reductionsformeln durch die PETERS'schen verdrängt worden. Im Jahre 1875 werden noch die zwei Polsterne λ Ursae min. und 51 H. Cephei zu α und δ Ursae min. ebenfalls nach dem 12-year-Catalogue hinzugefügt. 1888 steigt die Sternzahl auf 197, davon 184 aus den beiden Greenwich Seven-year-Catalogen, die 13 südlichen Sterne aus dem »Cape-Catalogue of 1159 stars« und dem »First Melbourne-Catalogue« und Cap-Beobachtungen von 1871—73. Während die Südsterne bleiben, sind die Nordsterne 1885 schon wieder geändert und im wesentlichen dem Nine-year-Catalogue entnommen, einzelne aber auch der Greenwich Clock-star-list für 1879. 1886 wird von den Südsternen α Centauri geändert und der Arbeit ELKIN's »Ueber die Parallaxe von α Centauri, Karlsruhe 1880« entnommen. Von 1891 ab sind auch die Sterne der Clock-Star-List von 1879 dem »Nine-year-Catalogue« entlehnt, 1894 erscheinen 190 nördliche Sterne aus dem »Ten-year-Catalogue« und 38 südliche aus dem »Cape-Catalogue« für 1880, nur die Position von α Centauri bleibt ungeändert. 1896 verdrängt ersteren für die Sterne nördlich von $-25°$ der »Five-year-Catalogue« nebst einem vom Astronomer Royal gelieferten Manuskript-Catalog, auch die Südsterne (mit Ausnahme von α Centauri) sind einem von GILL nach Cap-Beobachtungen zusammengestellten unpublicirten Sternverzeichniss entnommen. Dagegen erscheint 1897 statt des letzteren der Cape-Catalogue für 1885. 1898 wird für einzelne der Sterne über $-25°$ wieder auf den Ten-year-Catalogue zurückgegriffen, 14 Sterne zwischen 0 und $-25°$ erscheinen zum ersten Male und sind ebenso wie die südlicher als $-25°$ gelegenen Sterne dem oben erwähnten Cape-Catalogue für 1885.0, theilweise auch neueren Manuscripten GILL's entlehnt. Die durchgreifende Veränderung, die dann der Nautical Almanac für 1901 erfahren hat, wird später besprochen werden.

Dieser häufige Wechsel in den Grundlagen der Sternörter, von der Absicht geleitet, die Positionen stets möglichst fehlerfrei nach den neuesten Beobachtungen zu geben, macht den Nautical Almanac eigentlich ungeeignet zur Grundlage für angeschlossene Cataloge und drückt ihn zu einem einfachen Zeitsternverzeichniss herab. Dennoch ist er als Standard-Catalog für viele Sterncataloge benutzt, und die Bestimmung der systematischen Fehler der letzteren erfordert eine sorgfältige Beachtung der Veränderungen im Nautical Almanac, die oben so vollständig als möglich zusammengetragen sind. Bei der Reduction auf ein wirklich stetiges Fundamentalsystem ist es nöthig, die mittleren Oerter jedes Jahres, wo ein Wechsel eingetreten, mit dem für die gleiche Zeit interpolirten

stetigen System zu vergleichen, wie dies zuerst ARGELANDER in Band VII der Bonner Beobachtungen, pag. 23, gethan hat.

D. Die »**American Ephemeris and nautical Almanac**« auf den Meridian von Washington bezogen, erscheint seit 1855. Zu den anfangs mitgetheilten 208 Sternen werden auch die scheinbaren Oerter, von den 175 seit 1881 hinzugefügten Sternen aber nur die mittleren Oerter gegeben. Die Grundlagen für die Sterne sind nicht völlig bekannt, jedenfalls sind sie nicht gleichartig. In der American Ephemeris für 1883, pag. 499 finden wir darüber gesagt: Die Rectascensionen der Hauptsterne beruhen auf NEWCOMB's, pag. 459 erwähnten Standard-Catalogue, die 48 Sterne nördlich von 60° Deklination aber auf GOULD's »Standard Places of Fundamental Stars, second edition[1]«. Von den 12 Sternen südlich von — 50° sind 3 nach direkten Mittheilungen GOULD's, die übrigen nach dem Nautical Almanac für 1848 angenommen. Die 175 Zusatzsterne beruhen theils auf dem Fundamentalcatalog der Astronomischen Gesellschaft, theils auf dem grossen Zodiakalsterncatalog NEWCOMB's[2]). Die mittleren Deklinationen der Hauptsterne beruhen seit 1881 alle auf dem System von BOSS »Declinations of the fixed stars. U. S. northern boundary commission«, wohingegen die Zusatzsterne sich theils auf das A. G. System beziehen, theils einigen neueren Catalogen ohne strenge Beziehung auf ein System entnommen sind.

Von den 4 Jahrbüchern ist also gegenwärtig das Berliner am reichsten an Sternen und enthält allein völlig homogenes Material. Eine ausführliche Vergleichung der in allen Ephemeriden für 1883 gemeinsamen Sterne hat AUWERS im Anhange des Berliner Jahrbuchs für 1884 gegeben, und dort sind Reductionstafeln aufgestellt, welche die drei anderen Ephemeriden auf das System des Berliner Jahrbuchs bringen. Nach Abzug des systematischen Theiles der Unterschiede bleiben folgende durchschnittliche Beträge der Restabweichungen übrig:

Nautical Almanac und Berliner Jahrbuch	0s·0332	und	0″·395
Connaissance des Temps und Berliner Jahrbuch	0·0282	„	0·373
American Ephemeris und Berliner Jahrbuch	0·0127	„	0·177.

Schon die Kleinheit der zufälligen Unterschiede weist das Berliner Jahrbuch und die American Ephemeris als die besten Jahrbücher aus und unter diesen ist wieder ersterem der Vorzug zu geben, wegen der gleichförmigen Grundlagen. Die an und für sich guten Grundlagen der beiden andern Ephemeriden werden durch schlechte Eigenbewegungen verdorben, beim Nautical Almanac mehr, weil dort die Epoche 22 Jahre zurückliegt, bei der Conn. des Temps aber nur 13.

Die Pariser Conferenz von 1896. Der Wunsch, den Beobachtungen der Sterne eine gemeinsame Grundlage zu geben und die Verschiedenheiten der Jahrbücher nicht länger bestehen zu lassen, regte DOWNING, den Herausgeber des Nautical Almanac, zu dem Gedanken an, eine Conferenz einberufen zu sehen, welche Gleichförmigkeit in den wichtigsten astronomischen Constanten und auch in den Sternpositionen schaffen sollte. Diese Conferenz tagte in Paris vom 18.—21. Mai 1896 und ihre Beschlüsse sind niedergelegt in »Conférence internationale des étoiles fondamentales de 1896. Procès-verbaux«. Die Conferenz hat die Constanten der Nutation zu 9″·21, der Aberration zu 20″·47 und die Sonnenparallaxe zu 8″·80 normirt. Der Werth der Praecession, welcher in innigem Zusammenhange steht mit den Eigenbewegungen des Fundamentalcatalogs, wurde nicht auf der Conferenz selbst fixirt, sondern nebst jenem der Ausarbeitung NEW-

[1]) United States Coast Survey Office 1866.

[2]) Astronomical papers prepared for the use of the American Ephemeris. Vol. I, pag. 147.

COMB's überlassen worden. Thatsächlich ist der Werth der Präcession für die Sternephemeriden gleichgültig, weil er sich mit den Eigenbewegungen der Sterne zu einer allein in Betracht kommenden Summe, der jährlichen Veränderung, verbindet. Was den anzunehmenden Fundamentalcatalog betrifft, so beschloss die Conferenz NEWCOMB, den Superintendenten der American Ephemeris, mit der Herstellung eines solchen zu beauftragen, der in Jahresfrist fertig sein sollte. Die Sternzahl desselben sollte sich auf etwa 1000 belaufen und jeder Stern sollte in wenigstens einer astronomischen Ephemeride von 1901 an aufgenommen und von ihm dort scheinbare Oerter gegeben werden. NEWCOMB beabsichtigte anfangs nur einen Rectascensions-Catalog von Aequatorsternen zu bilden und zwar im wesentlichen genau demselben System angehörig, welches seinen »Catalogue of 1098 equatoreal and zodiacal stars prepared for of the use the American Ephemeris« bildete. Denn er theilte der Conferenz Untersuchungen mit, wonach die Abweichung dieses mit N_1 bezeichneten Systems vom Aequinoctium $+ 0^s{\cdot}005 - 0^s{\cdot}023 \cdot \frac{(t - 1850)}{100}$ sei und wollte, da diese Abweichung als verschwindend anzusehen sei, überhaupt keine Aenderung an das System anbringen. Für die Correction des Systems der A. G. ergiebt sich analog $- 0^s{\cdot}009 + 0^s{\cdot}077 \frac{(t - 1850)}{100}$. Diese Correctionen sind die aus Sonnenbeobachtungen allein folgenden Zahlen, unter Ausschluss der Mercur- und Venusbeobachtungen, welche NEWCOMB mit hinzuziehen wollte, wogegen aber die Conferenz entschied. Nebenbei sagen sie aus, dass das System N_1 für 1872, das A. G. System für 1861/2 vollständig mit der Lage des Aequinoctialpunktes in Uebereinstimmung gewesen sei; da der eine Fixpunkt des A. G. Systems die Pulkowaer Beobachtungen für die Epoche 1865 gewesen sind, so ist also der Anschluss dieses Systems an das Aequinoctium auch nach NEWCOMB sehr nahe erreicht, und nur die nicht völlig correcten Eigenbewegungen verhinderten ebenso wie bei N_1, wenn auch etwas stärker, dass dieser Anschluss dauernd bestehen bleibt. Die Commission, die nicht in der Lage war, diese Zahlenangaben zu prüfen und noch weniger den noch gar nicht gebildeten Fundamentalcatalog beurtheilen konnte, kam zu dem vorher erwähnten Beschlusse, drückte aber den Wunsch aus, dass auch AUWERS seine Arbeiten zur Herstellung eines definitiven Cataloges fortsetze. Da NEWCOMB selbst seinen zu erwartenden Catalog nur als provisorisch bezeichnete, so werde man dann über zwei Cataloge verfügen, die jedenfalls beide sehr gut seien und den besten auswählen können. Bis hierher kann man die Beschlüsse der Conferenz verstehen, dagegen ist nicht recht zu begreifen, warum von den beiden Catalogen, über deren Güte erst die Zukunft entscheiden sollte, der eine und zwar der noch völlig unbekannte, dazu bestimmt wurde, von 1901 ab allen Ephemeriden als Grundlage zu dienen. Man hätte erwarten sollen, dass mindestens die Entscheidung darüber, welcher von beiden für lange Zeit hinaus anzuwenden sei (»bis eine Autorität sich gegen seine weitere Anwendung erklären werde«) hinausgeschoben worden wäre, bis man beide neben einander hätte vergleichen können und eine sorgfältige Abwägung ihrer Vorzüge den Opfern an Arbeitskraft gerecht geworden wäre, welche beide Astronomen ihnen gewidmet. Fast nur ein Grund scheint die Conferenz bewogen zu haben, NEWCOMB den erbetenen Auftrag zu ertheilen, dass er nämlich in Jahresfrist den Catalog zu liefern versprach und die Frage für dringend erachtet wurde. Ob sie das war und ob nicht für einige Jahre auch noch die bisherige Verschiedenheit der Ephemeriden hätte bestehen bleiben können für den Gewinn, dann einen wirklich fundamentalen Catalog

zu wirklich allgemeiner Anwendung zu bringen, kann füglich bezweifelt werden. Zwei Gesichtspunkte aber hätten unbedingt eine Bevorzugung des A. G. Fundamentalcatalogs bewirken sollen. Erstens, dass sich 200000 Oerter aller Sterne bis zur neunten Grösse, vom 80. nördlichen bis zum 23. südlichen Parallel auf dieses System beziehen, die in den Zonen der A. G. beobachtet sind oder bald beobachtet sein werden. Bei einer sehr grossen Zahl von Untersuchungen ist es äusserst bequem, diese Sterne ohne Aenderung den A. G. Catalogen ent-entnehmen zu können, weil eine etwaige fehlerhafte Orientirung des Systems für diese Untersuchungen ganz belanglos und nur vorausgesetzt ist, dass das System in sich homogen ist. Dagegen muss eine systematische Verschiedenheit zwischen den Oertern der schwachen Sterne und der Fundamentalsterne, oft recht störend sein. Zweitens besitzen wir die weiter unten zu erwähnenden Tafeln, durch welche alle Cataloge auf das A. G System gebracht werden können. Die Arbeit, sie alle auf ein neues System umzustellen, ist eine ungeheure, und auch da würde es wohl vorzuziehen sein, lieber einen bekannten Fehler in dem System zu belassen, der erforderlichen Falles unschwer zu berücksichtigen ist.

Uebrigens dürfte wohl darüber kein Zweifel obwalten, dass der Autor des Fundamentalsystemes der A. G. als letzte Krönung seiner ausfeilenden Arbeit das ganze System streng gegen die Fixpunkte orientiren werde, eine Absicht, die denn auch thatsächlich bei der Publication der »vorläufigen Verbesserungen« ausgesprochen ist.

Ueber den NEWCOMB'schen Fundamentalcatalog lässt sich noch kein Urtheil fällen, da er heute, 4 Jahre nach der Pariser Conferenz, noch nicht allgemein zugänglich ist[1]). Inzwischen geben die 3 ausserdeutschen Ephemeriden bereits die Sternörter nach Auszügen aus NEWCOMB'S Manuskript. Die American Ephemeris behält die bisherigen 383 Sterne bei und ändert nur ihre Oerter, behält aber auch die früheren Constanten von STRUVE und PETERS, und giebt, da die Constanten der Pariser Conferenz die scheinbaren Oerter der nicht sehr polnahen Sterne höchstens um $0^s{\cdot}015$ resp. $0''{\cdot}05$ ändern, nur in einem Anhang noch für die Sterne die weniger als $11\frac{1}{2}°$ von beiden Polen abstehen, auch die scheinbaren Oerter nach den in Paris beschlossenen Constanten. Die Connaissance des Temps erhöht aus Anlass des neuen Fundamentalcatalogs ihre Sternzahl auf 438, von 11 nördlichen und 12 südlichen Circumpolarsternen giebt sie tägliche, für je 5 Sterne über $\pm 76°$ Deklination noch 5tägige, für die übrigen 10tägige Ephemeriden mit den Constanten der Pariser Conferenz. Der Nautical Almanac enthält jetzt 460 Sterne, von denen aber 8 südliche Circumpolarsterne direkten Mittheilungen GILL's entnommen sind. Von 8 nördlichen und ebensoviel südlichen Circumpolarsternen, und ausserdem von 392 Sternen werden resp. tägliche und 10-tägige Ephemeriden gegeben. 52 Sterne heller als 3·5ter Grösse bleiben ohne solche, weil sie für die Beobachtungen von Seefahrern bestimmt sind und hier der mittlere Ort genau genug ist. Wenn man nun in Paris und Greenwich mit der Auswahl der Sterne aus den etwa 1000 des Normalcatalogs nicht ganz einseitig verfahren ist, so ist diesem zum Vorwurf zu machen, dass er die Aequatorgegend zu stark gegenüber den höheren nördlichen Deklinationen bevorzugt. Die Ephemeridensterne der beiden Jahrbücher vertheilen sich nämlich folgendermaassen:

---

[1]) Er wird nach einem Citat des Nautical Almanac für 1903 eben jetzt in Astronomical Papers of the American Ephemeris and Nautical Almanac, Vol. VIII, part II erschienen sein.

Für die Conn. des Temps:

Deklination	90-85°	85-75°	75-65°	65-55°	55-45°	45-35°	35-25°	25-15°	15-5°	5-0°	Hemisphäre
Nordhimmel	10	6	7	18	11	23	36	34	53	20	218
Südhimmel	10	7	8	16	17	25	35	44	38	20	220

Für den Nautical Almanac:

Deklination	90-85°	85-75°	75-65°	65-55°	55-45°	45-35°	35-25°	25-15°	15-5°	5-0°	Hemisphäre
Nordhimmel	8	3	6	11	8	17	30	43	53	20	199
Südhimmel	5	5	7	25	23	23	24	40	37	20	209

Während also für den südlichen Himmel überhaupt mehr Sterne gegeben werden als für den nördlichen, ist andrerseits, auf dem nördlichen die Gegend vom Aequator bis 35° ganz überwiegend dicht besetzt, ein Uebergewicht, das selbst nach Multiplication mit den Secanten der Mitteldeklination, zur Reduktion auf gleiche Flächen, noch deutlich bestehen bleibt, denn die Zahlen von — 5° bis + 75° werden dann für die Conn. des Temps 40, 54, 36, 42, 30, 17, 36, 21 für den Nautical Almanach 40, 54, 45, 36, 22, 12, 22, 17. Für die Brauchbarkeit zu Zeitbestimmungen kommt übrigens die Reduction auf gleiche Flächen nicht in Betracht, hier fragt es sich nur, wie viel Sterne in 24 Stunden in den für Zeitbestimmungen günstigsten Deklinationen culminiren. Die Vermuthung, dass diese Bevorzugung der Aequatorgegend auf der Nordhalbkugel auch in dem ganzen Newcomb'schen Normalcatalog vorherrscht, erscheint auch darum berechtigt, weil ja der Catalog von 1098 äquatorealen Fundamentalsternen Newcomb's offenbar seinen Ausgangspunkt gebildet hat und weil Newcomb selbst auf der Pariser Conferenz die Schaffung eines Zeitsterncataloges als seine ausdrückliche nächste Absicht bezeichnet hat, indem er dabei die allerdings irrige Ansicht äusserte, dass zur Bestimmung der Zeit Aequatorsterne am geeignetsten seien. Irrig ist diese Ansicht wenigstens jetzt, wo den Rectascensionen der Sterne ein so hoher Genauigkeitsgrad zugeschrieben werden muss. Thatsächlich liegen nämlich die Verhältnisse so, dass der Fehler einer Zeitbestimmung eine Function sowohl der Zenithdistanz wie der Deklination der Sterne ist und dass bei absolut fehlerlosen Rectascensionen Zenithsterne, bei sehr schlechten Rectascensionen aber Aequatorsterne das grösste Gewicht haben. Dem gegenwärtigen Stande der Fehler des Instruments und der Sternörter entspricht als günstigste Deklination für Zeitbestimmungen ein Punkt, der näher am Zenith als am Aequator liegt[1]). Danach würde der Nautical Almanac und in geringerem Grade die Conn. des Temps z. B. für Zeitbestimmungen unserer nördlichsten Sternwarten in der günstigsten Deklination schon zu arm an Sternen sein, für fundamentale Beobachtungen aber etwa einer A. G. Zone hoher Deklination noch weniger ausreichendes Material bieten. In wie weit dieser Vorwurf von dem Auszug, den beide Sternephemeriden geben, auf den Newcomb'schen Normalcatalog selbst übertragen werden muss, lässt sich natürlich noch nicht sicher sagen, denn die 383 Sterne der Amer. Ephem. sind wie gesagt die seit Jahren dort gegebenen.

Das Berliner Jahrbuch hat die Beschlüsse der Pariser Conferenz bezüglich der Reductionsconstanten befolgt, bezüglich des Normalcatalogs einfach ignorirt. Und zwar, wie uns scheint, mit vollem Recht. Es wäre unwissenschaftlich

[1]) Vergl. darüber die eingehenden Untersuchungen von Harzer in Publ. X. der Kieler Sternwarte. Für Kiel ($\varphi = 54°$) liegen z. B. die Zeitsterne mit dem grössten Gewicht in 37° Deklination, unter Annahmen, die jedenfalls die Genauigkeit der Rectascensionen nicht überschätzen. Später werden sie noch nördlicher gerückt werden müssen.

gewesen von dem Leiter des Jahrbuchs, einen seit 18 Jahren gebrauchten Catalog, dessen endgültige Ausfeilung und Orientirung unmittelbar bevorstand, aufzugeben für einen unbekannten, der wissenschaftlichen Beurtheilung noch nicht zugänglichen. Thatsächlich kann das Jahrbuch in einem Anhang die schon nahe definitiven Verbesserungen seiner Sternörter aufnehmen, die in A. N. 3508/9 eher publizirt sind, als der NEWCOMB'sche Normalcatalog. Diese Verbesserungen haben mir gestattet, die Beziehungen beider Cataloge für die Epoche 1901 zu untersuchen, wenigstens was die Rectascensionen angeht, für welche ein grösseres Interesse vorliegt, wie für die Deklinationen. Auch muss eine umfassende Vergleichung zurückgestellt werden, bis zur Publication des Normalcatalogs. Es zeigt sich ein systematischer, aber nicht constanter Unterschied zwischen den 257 Sternen, die im Nautical Almanac und dem Berliner Jahrbuch für 1901 gemeinsam vorkommen, wenn 6 Doppelsterne ausgeschlossen werden, von denen es zweifelhaft ist, ob sich die Angaben beider Systeme direkt vergleichen lassen und ausserdem 4 gemeinsame Polsterne über 85 Grad. In zehn Grad breiten Zonen findet sich

Deklination	B.J. — N.A.	Zahl der Sterne
— 32° bis — 25°	— 0ˢ·0269	9
— 25 „ — 15	— 0·0288	33
— 15 „ — 5	— 0·0389	29
— 5 „ + 5	— 0·0403	32
+ 5 „ + 15	— 0·0305	43
+ 15 „ + 25	— 0·0223	32
+ 25 „ + 35	— 0·0175	26
+ 35 „ + 45	— 0·0219	18
+ 45 „ + 55	— 0·0186	11
+ 55 „ + 65	— 0·0525	15
+ 65 „ + 75	— 0·0678	6
+ 75 „ + 85	— 0·0750	3
Mittel	— 0·0323	257

Dieser mittlere systematische Unterschied, provisorisch, wie er aus dem Theilmaterial sich ergeben muss, stimmt sehr gut mit dem von NEWCOMB auf der Pariser Conferenz (s. pag. 465) mitgetheilten Unterschied der beiden Systeme, wonach A. G. — N_1 = + 0ˢ·014 — 0ˢ·001 (t — 1850) sein soll, also für 1901 zu — 0ˢ·037 herauskommen muss.

Zieht man diesen systematischen Unterschied jeder 10° breiten Zone von den einzelnen Werten ab, so ergiebt sich als wahrscheinlicher zufälliger Fehler einer Differenz B. J. — N. A. ± 0ˢ·0072 *sec δ*, also wenn man beiden Systemen die gleiche Genauigkeit zuschreiben will, für den wahrscheinlichen Fehler jedes ± 0ˢ·0051 *sec δ*. Der thatsächliche wahrscheinliche Fehler wird etwas grösser sein, da beide Systeme wenigstens z. Thl. auf gleichem Material beruhen.

Die Sterne der American Ephemeris und des Berliner Jahrbuchs (bei letzterem nur die Ephemeridensterne) verteilen sich auch viel günstiger für die Zeitsternbedürfnisse der Sternwarten auf die 10° — Intervalle nämlich

American Ephemeris:

Deklination	90—85°	85—75°	75—65°	65—55°	55—45°	45—35°	35—25°	25—15°	15—5°	5—0°	[illegible]
Nordhimmel	7	19	34	7	26	41	38	34	41	12	[illegible]
Südhimmel	3	18	10	8	2	—	14	22	32	15	[illegible]

Berliner Jahrbuch:

Deklination	90–85°	85–75°	75–65°	65–55°	55–45°	45–35°	35–25°	25–15°	15–5°	5–0°	Hemisphäre
Nordhimmel	6	18	38	41	36	46	44	50	48	17	344
Südhimmel	—	—	—	—	—	—	13	36	35	22	106

oder wenn wir auch hier für die Deklinationen von $-5°$ bis $+75°$ die Reductionen auf gleiche Flächen ausführen, erhalten wir die Zahlen

	-5–+5°	+5–+15°	+15–+25°	+25–+35°	+35–+45°	+45–+55°	+55–+65°	+65–+75°
American Ephemeris	27	42	36	44	54	40	14	99
Berliner Jahrbuch	39	49	53	51	60	56	82	111

Schon ein Blick auf die direkten Abzählungen zeigt, dass beide Ephemeriden in den für Zeitbestimmungen günstigsten Deklinationen von 15—45° ausreichend mit Sternen besetzt sind. Die Multiplication mit $sec\,\delta$ lehrt, dass die höheren Deklinationen sogar relativ dichter besetzt sind als die Aequatorgegend; beim Berliner Jahrbuch am stärksten, wie dies nothwendig ist für einen Fundamentalcatalog, der auch für die nördlichen A. G. Zonen Anhaltspunkte genug besitzen musste. Auffallend ist bei der American Ephemeris die Sternarmuth in $+55$ bis $+65°$, noch auffallender die dünne Besetzung des Südhimmels unmittelbar polwärts vom Zenith der Südsternwarten. Da keine der Südsternwarten mehr als 38° Breite hat[1], so enthält die American Ephemeris darum doch genügendes Material an Zeitsternen für diese, ebenso wie das Berliner Jahrbuch, das überhaupt bei —32° abbricht. Da letzteres indes am reichsten ist an Sternephemeriden, ein Fehler in der Orientierung des ganzen Rectascensionssystemes aber für Zeitbestimmungen überhaupt nicht in Betracht kommt, so dürfte die Aufnahme von südlichen Circumpolarsternen in die Ephemeriden des Jahrbuchs genügen, um dasselbe als den auf beiden Hemisphären geeignetsten Zeitsterncatalog zu bezeichnen.

Gegenwärtig bestehen also zwei Systeme von Fundamentalcatalogen. Nach Publication des Newcomb'schen vorläufigen Systems wird man am besten noch die definitive Gestaltung der beiden abwarten, ehe ein sorgfältig erwogenes Urtheil einer Zahl namhafter Fachmänner sich für einen von beiden oder ein Mittel aus beiden entscheidet; dann wird der allgemeinen Annahme dieses sicher nichts mehr im Wege stehen.

Nur der Vollständigkeit halber wollen wir neben den 4 Hauptephemeriden einige andere erwähnen, die nur eine Bedeutung für das eigene Land haben, oder nicht mehr erscheinen. Es sind die eingegangenen: »Ephemerides astronomicae ad meridianum Vindobonensem calculis definitae, Vindobonae 1775—1806« und die ebenfalls erloschenen: »Ephemerides astronomicae ad meridianum Mediolanensem supputatae«, welche von der Mailänder Sternwarte 1775—1805 erschienen und 1806—74 unter dem Titel »Effemeride astronomiche calcolate pel meridiano di Milano« fortgesetzt wurden. Noch erscheinen für Spanien: »Almanaque náutico y efemérides astronómicas para el observatorio de marina de la ciudad de San Fernando« seit 1792 und für Portugal: »Ephemerides astronomicas calculadas para o meridiano do observatorio da universitad de Coimbra« seit 1804. Die Connaissance des Temps lässt einen Extrait erscheinen, die deutsche Admiralität giebt das nautische Jahrbuch, die österreichische die nautischen Ephemeriden in Triest

---

[1]) Dieser Umstand lässt die starke Besetzung des Südhimmels im Nautical Almanac noch weniger begründet erscheinen.

heraus, für Zwecke der Marine oder andere, für die die grossen Jahrbücher zu umfangreich sind. Die Sternwarten einiger kleinerer Länder geben Jahrbücher heraus, die eigentlich nur erweiterte Kalender sind mit astronomischen Notizen und Aufsätzen, so Madrid, Brüssel, Rio de Janeiro, Tacubaya, la Plata u. A.

Angeschlossene Cataloge. Sobald man im Besitz eines Fundamentalcatalogs ist, lassen sich nun die Oerter anderer Sterne durch Anschluss an die Fundamentalsterne bestimmen. Handelt es sich nur um die Beobachtung einzelner Sterne, so ist der Rechnungsvorgang der, dass man bei den Rectascensionen die bekannte Gleichung für Meridianbeobachtungen

$$\alpha = T + \Delta t + m + n \tang \delta + c \sec \delta$$

benutzt, da der Uhrfehler Δt und ebenso die Instrumentalkonstanten aus den Beobachtungen der Hauptsterne bekannt sind. Für die Deklinationen berechnet sich aus den Kreisablesungen der Hauptsterne von bekannter Deklination unter Rücksichtnahme auf Refraction und Biegung der Aequatorpunkt des Kreises und daraus rückwärts die Deklination des zu bestimmenden Sternes. Bei der Ortsbestimmung vieler schwacher Sterne ist aber die Beobachtung und die Berechnung nach Zonen vorzuziehen, die in geringer Breite von etwa 2° sich auf alle im Meridiankreis sichtbaren oder auf alle Sterne bis zu einer als Grenze angenommenen Grösse erstrecken. Da sich dann die Reductionsgrössen, so weit sie von der Deklination abhängen, nur wenig ändern, ausserdem aber gesetzmässigen Veränderungen mit der Zeit durch den Uhrgang und durch langsame Bewegungen des Instruments unterworfen werden, so kann man die Reduction vom scheinbaren auf den mittleren Ort gleich mit aufnehmen und die Rechnung, wie zuerst BESSEL (A. N. Bd. 1, pag. 22) gezeigt hat, in folgende Form bringen

$$\alpha_0 = T + k + k' \frac{\delta - D}{100}$$

$$\delta_0 = \delta + d + d' \frac{\delta - D}{100},$$

wo k, k', d, d', als Functionen der Beobachtungszeit T von 10 zu 10 oder 30 zu 30 Minuten zu geben sind. D ist hierbei die mittlere Deklination der Zone. Solche Reductionstafeln sind z. B. von BESSEL selbst und seinen Gehülfen für die Königsberger Zonenbeobachtungen, dann auf Anregung SCHUMACHER's von HANSEN und NISSEN für die LALANDE'schen Zonen und später von VAN ASTEN in V. A. G. Jahrgang III, Supplementheft für eben dieselben neu berechnet worden, indem er für die Deklinationen noch ein von dem Quadrate von $\left(\frac{\delta - D}{100}\right)$ abhängiges Correctionsglied zur strengen Berücksichtigung der Refraktion in grösseren Zenithdistanzen einführte. Auch die von OELTZEN 1856 bis 1858 beobachteten Zonen schwacher Sterne, die in den Wiener Annalen, 3. Folge Band 7—29 mitgetheilt sind, sowie ARGELANDERS nördliche Zonen in Band 1 und 2 der Bonner Beobachtungen, enthalten als Beigabe Reductionstafeln in dieser Form.

Es ist unmöglich, hier alle Cataloge einzeln durchzusprechen und es ist daher am Schluss des Aufsatzes eine Uebersicht über alle gegeben, die mir bekannt geworden sind; dort ist die Art der Cataloge, ob Fundamental- oder Zonencatalog oder keins von beiden kurz skizzirt auch die Grenzen angegeben, zwischen welchen die Sterne des Catalogs liegen, innerhalb deren man also einen Stern in dem Catalog erwarten darf. Alle Sterne vollständig bis zu einer Grenzhelligkeit nämlich bis zur Grösse 9·0 enthalten nur die Zonen der Astronomischen Gesellschaft, für welche die nördliche und südliche Durchmusterung des Himmels in Bonn

als Grundlage gedient haben. Ob man einen bestimmten Stern sonst in einem anderen Cataloge zu finden erwarten darf, ist eine Sache der Erfahrung, über die allgemeine Vorschriften nicht gegeben werden können. Sehr oft ist das Nachsuchen vergeblich und gewiss nicht selten wird ein Catalog nicht befragt, der den Stern doch enthält. Findet man aber Oerter desselben Sterns in mehreren Catalogen, so ist vor der Uebertragung derselben auf das Aequinoctium, für welches man sie bedarf, und der Mittelbildung mit Gewichten, die oft mehr im Gefühl liegen mussten, als dass sich dafür allgemeine Regeln geben liessen, die Reduction der Sternörter auf das gleiche System vorzunehmen.

Es ist aber gerade deswegen nur freudig zu begrüssen, dass wir seit Kurzem in den Gewichtstafeln für Sterncataloge von AUWERS (A. N. 3615—6) einen Anhalt besitzen, welcher statt dieses individuellen Gefühls über die Güte der Cataloge feste Zahlen einführt, deren Ableitungsmodus dort dargelegt ist. Die Gewichte sind für die α und δ getrennt aufgeführt und in der Weise angesetzt, dass für n Beobachtungen des Catalogs das Gewicht m auf Zehntel gegeben wird, sodass Interpolationen leicht möglich sind.

Systematische Unterschiede der Cataloge. Die einzelnen Fundamentalcataloge haben verschiedene Correctionen des Aequinoctiums und des Aequatorpunktes gegen die wahren Punkte am Himmel in Folge der Fehlerhaftigkeit der zu Grunde liegenden Beobachtungen. Diese Fehler gehen in vollem Betrage in jene Cataloge ein, bei deren Beobachtung die Instrumentalkonstanten und die Zeit aus Sternen des betreffenden Fundamentalcataloges gewonnen sind. Ausserdem werden aber diese angeschlossenen Cataloge systematische Fehler haben, die aus folgenden Quellen fliessen können: für die Rectascensionen: aus dem persönlichen Auffassungsfehler, aus Verschiebungen der Miren von jährlicher Periode, aus täglichen Schwankungen des Uhrgangs und Drehungen der Pfeiler von täglicher Periode, welche also den systematischen Fehler von der Rectascension abhängig machen. Eine weitere Fehlerquelle für die A. R. ist die sogen. Helligkeitsgleichung, die besagt, dass die Helligkeit auf den persönlichen Auffassungsfehler der Durchgänge einwirkt. Untersuchungen mit Blenden, welche die hellen Sterne den schwachen gleich machen, sind zur Bestimmung dieser Fehler für einige A.G. Cataloge angestellt und neuerdings hat KÜSTNER bei den in den Veröff. der Bonner Sternwarte Bd. 4 mitgetheilten schönen Beobachtungen alle helleren Sterne auf die Helligkeit 8·5 abgeblendet; für die Deklinationen: irrige Refraktionsformeln, Theilungsfehler des Kreises und (in geringerem Grade) persönliche Auffassungsfehler der Sternscheibchen. Endlich kommen für beide Coordinaten gemeinsam in Betracht fehlerhafte resp. überhaupt andere Annahmen über die Constanten der Nutation, Aberration und Präcession, welche die Reduction vom scheinbaren auf den mittleren Ort beeinflussen. Während letztere einer nachträglichen Correctur leicht fähig sind, ist die Bestimmung der anderen Fehler nur rein empirisch möglich. Nachdem schon MÄDLER eine Anzahl Cataloge mit dem von POND für 1830 verglichen hatte[1]), giebt zum ersten Male AUWERS auf Anregung von FOERSTER und im Einvernehmen mit mehreren Astronomen A. N. 1300 Reductionsgrössen, welche einige Sterncataloge auf das System von WOLFERS' Tabulae Reductionum bringen sollen, einfach aus den Differenzen der Sterne jedes Cataloges mit diesem Fundamentalcatalog abgeleitet. Da jener nur 45 Sterne enthält, so konnten die direkten Vergleichungen an Zahl nur gering sein. Das Gleiche gilt von den systematischen Correctionen zahlreicher Cataloge gegen das gleiche

---

[1]) Dorpater Beobachtungen Band XIV.

System WOLFERS, welche ARGELANDER im 7. Bande der Bonner Beobachtungen unter theilweiser Benutzung der AUWERS'schen Werthe gegeben hat. Es ist hier die Correction meist als constant für den ganzen Catalog oder in einfacher Abhängigkeit von δ oder $tang\,\delta$ gegeben. Tiefer eingehende Vergleichungen forderten erst die Schaffung eines umfangreichen Vergleichssystemes und dieses »mittlere System« gewinnt AUWERS für die Deklinationen in A. N. 1532—36 auf folgende Weise. Mit dem ARGELANDER'schen Catalogus Aboensis für 1830 werden der Reihe nach alle Cataloge verglichen, indem ihre Oerter, wo es nöthig war, mit sicheren Eigenbewegungen auf 1830 reducirt wurden; wo ein Catalog nicht genügend Vergleichspunkte mit ARGELANDER besass, wurde er mit einem Zwischencatalog verglichen, der seinerseits eine sichere Relation gegen ARGELANDER gab. Dann wurden die Reductionstafeln für die 13 besten Cataloge nach Argumenten der Deklination fortschreitend neben einander gestellt, die Summe aller Reductionsgrössen dividirt durch 14 gab, negativ genommen, die Reduction des ARGELANDER'schen Systems auf das Mittel d. h. auf das aus allen 14 gebildete Normalsystem und indem dieses zu allen früheren Reductionstafeln hinzugefügt wurde, entstanden die definitiven »Tafeln zur Reduction der Deklinationen auf ein mittleres System« auf pag. 377—382 des 64. Bandes der Astr. Nachr.; im ganzen sind 27 Cataloge hier berücksichtigt. Man findet sehr oft von da ab bei Angaben von Vergleichsternörtern die Bemerkung α WOLFERS, δ AUWERS, d. h., dass die Positionen der einzelnen Cataloge mit den im 7. Bande der Bonner Beob. gegebenen Correctionen für die Rectascensionen und mit den vorstehend besprochenen Tafeln für die Deklinationen homogen gemacht sind.

GYLDEN vergleicht in A. N. 1697 die von PETERS am Pulkowaer Verticalkreise beobachteten Sterne mit verschiedenen anderen Verzeichnissen und stellt die Unterschiede in Tafeln zusammen. Dann reducirt SCHULHOF die Deklinationen in QUETELET's Annalen der Brüsseler Sternwarte auf die Tabulae reductionum A. N. 2036. Nach dem Erscheinen des vorläufigen Fundamentalcatalogs für die Zonen der Astronomischen Gesellschaft wurden einzelne Cataloge mit diesem verglichen, so von OERTEL die Greenwicher Sternverzeichnisse von 1877—1882 (A. N. 2820), von AUWERS selbst einige Cataloge in Publ. XVII der A. G., sowie für die Glasgower Cataloge und LALANDE-BOSSERT in V. A. G. Bd. 27. Eine umfassende Vergleichung einer sehr grossen Anzahl von Sterncatalogen und zwar meist direkt, weil die Anzahl der gemeinsamen Sterne gross genug war, mit dem Fundamentalcatalog und seiner südlichen Fortsetzung durch AUWERS finden wir dann in A. N. 3195—6. Die Reduction für beide Coordinaten ist aus zwei Theilen zusammengesetzt gegeben, einem von der Deklination abhängigen, dessen Argument von fünf zu fünf Graden fortschreitet und einem von der Rectascension abhängigen von Stunde zu Stunde angesetzten. Hier finden sich auch umfangreiche Tafeln zur Reduction des Nautical Almanac und der auf ihm beruhenden Cataloge auf A. G. für sechs verschiedene Epochen. Dieses Verzeichniss ist ganz bedeutend erweitert in A. N. 3413—4, wo auf pag. 79—88 für 25 Cataloge zu den 50 früher gegebenen ebenfalls Reductionstafeln auf A. G. publicirt sind. Zu Anfang dieser Arbeit ist jedoch auch für den Südhimmel ein mittleres System aufgestellt, dasselbe, auf dem der A. N. 3431—32 aufgestellte Fundamentalcatalog beruht, und Reductionstafeln für 34 Cataloge berechnet, die entweder ganz dem Südhimmel angehören oder in ihrem südlichen Theil weit unter den Aequator hinuntergehen. Die beiden Systeme sind nicht völlig identisch. Es ist zwar die Correction des Aequinoctiums im Mittel für das südliche System die gleiche, wie für das nördliche, aber es ist möglich, dass nicht alle Stundenkreise des südlichen

Systems genau in die des nördlichen hineinverlaufen. Was die Deklinationen angeht, so haben beide Systeme den Aequator gemein. Südlich desselben geben beide Theile für einzelne Sterncataloge Tafeln, welche zeigen, dass hier das südliche System um $-0''\cdot04\,\delta^\circ$ von dem nördlichen abweicht. Eine Beziehung des mittleren Systems AUWERS A. N. 1532—36 auf den Fundamentalcatalog der A. G., auf pag. 12 der Einleitung zu letzterem zeigt, dass der A. G. C. in den südlichen Deklinationen auch gegen das »mittlere System« zu südlich ist, offenbar in Folge fehlerhafter Anbringung der Refraction bei diesen für Pulkowa in so geringen Höhen culminirenden Sternen. Es ist also das »mittlere System« jedenfalls richtiger als der A. G. C., und daher hat AUWERS schon den vorläufigen Fundamentalkatalog für die südlichen Zonen der A. G. in A. N. 2890—1 auf dieses mittlere System bezogen und dort angeführt, dass der Unterschied

$$\text{mittl. System} - \text{A. G. C.} = +0''\cdot50 - 0''\cdot02\,\delta^\circ$$

gesetzt werden kann. Das neue südliche System zeigt nun, dass der Fehler nicht ganz dem A. G. C. zur Last zu legen ist, sondern, dass das »mittlere System« doch etwas zu nördlich war, und als Reduction des A. G. C. auf das neue südliche System ist vielmehr

$$\text{südl. System} - \text{A. G. C.} = +0''\cdot15 - 0''\cdot015\,\delta^\circ$$

anzusehen (A. N. 3511). Wir haben also zwei Systeme, das des A. G. C. und des Fundamentalcatalogs für den Südhimmel, die an einander noch nicht vollkommen angeschlossen sind. Dennoch reichen sie vollständig dafür aus, Angaben verschiedener Cataloge auf ein einheitliches System zu bringen, für die Sterne der beiden gemeinsamen Zone empfiehlt AUWERS einstweilen einfach das Mittel aus beiden Reductionstafeln zu nehmen. Eine völlige Ausgleichung beider Systeme durch ihren Urheber ist nur eine Frage der Zeit.

Wenngleich die Reductionstafeln auf die beiden eben beschriebenen Systeme alle praktischen Bedürfnisse befriedigen, so darf doch ein System nicht unerwahnt bleiben, dass in America vielfach angewendet wird. Es ist das von LEWIS BOSS in seinem klassischen Werke »Declinations of fixed stars« aufgestellte und also nur für die Deklinationen gegeben. Es ist entstanden gewissermaassen im Gegensatz zu dem vorläufigen Fundamentalcatalog von AUWERS, weil die Eigenbewegungen desselben allein auf BRADLEY als dem einen Endpunkt der Beobachtungen beruhten und somit ein Fehler BRADLEY's mit einem nicht sehr kleinen Faktor das System von den Beobachtungen der Jetztzeit abweichen lassen musste. Die Beseitigung eines solchen Einflusses strebt BOSS ebenso an, wie sie jetzt in dem definitiven Fundamentalcatalog geschehen ist, durch Anschluss der Eigenbewegungen an möglichst viele gute Cataloge. So entsteht ein System BOSS und in diesem ein Normalcatalog von 500 Sternen für 1875.0 nebst Reductionstafeln aller Cataloge auf dieses System. Es erschien ferner jüngst von BOSS im Astr. Journal No. 448—450 ein Aufsatz »standard stars south of declination -20°«, welcher ausser einem Catalog von 179 Fundamentalsternen in beiden Coordinaten Reductionstafeln verschiedener Cataloge auf das System der American Ephemeris enthält. Von besonderem Interesse sind dabei die Vergleichungen des AUWERS'schen Systemes am Südhimmel mit diesem BOSS'schen. Die Ergebnisse sind ausführlich mitgetheilt und ergeben im Mittel eine Rectascensionsdifferenz von $+0^s\cdot0244$ und eine Deklinationsdifferenz von $-0''\cdot09$ im Sinne BOSS-AUWERS, letztere zeigt einen Gang nach den Deklinationen und nimmt von $-0''\cdot26$ für -20° auf $+0''\cdot12$ für -80° zu, zeigt also, dass AUWERS' südliches System in der Nähe des Aequators etwas zu nördlich ist, wie er dies selbst A. N. 3431—2 ausspricht. Thatsächlich entspricht das Mittel der beiden

AUWERS'schen Systeme für die direkt südlich des Aequators gelegenen Deklinationen sehr nahe der Wahrheit. Die Differenz in Rectascension kommt so nahe mit dem von uns oben aus der Vergleichung des nördlichen AUWERS'schen Systems mit dem Nautical Almanac für 1901 gefundenen Werth 0s·032 überein, dass die Behauptung AUWERS', seine beiden Systeme seien in Rectascension identisch, dadurch eine unabhängige Bestätigung erfährt, da wir alle Ursache haben, das Boss'sche System A. J. 448—450 für identisch in Rectascension mit dem Normalsystem N_1 zu halten, aus welchem ja der Nautical Almanac für 1901 geschöpft ist.

Als systematische Fehlerquelle hauptsächlich für die Rectascensionen ist oben schon die verschiedene Helligkeit der Sterne erwähnt, vermöge deren bei Durchgangsbeobachtungen die Fadenantritte der helleren Sterne früher beobachtet werden um Beträge, die bis auf 0s·1 steigen können. Bei sorgfältigen Beobachtungen wird der Einfluss dieser Fehlerquelle untersucht in dem durch vorgesetzte Gitter die hellen Sterne auf eine geringere Helligkeit abgeschwächt werden und die Auffassungsunterschiede so ermittelt werden, dass die eine Hälfte der Fäden mit, die andere ohne Gitter resp. Blende beobachtet werden. Ganz eliminirt werden diese Fehler durch das REPSOLD'sche unpersönliche Mikrometer, bei dem der bewegliche Faden durch stetes Nachdrehen auf dem Sterne gehalten wird, so dass es sich um die Bisection eines ruhenden Objectes handelt, während die sich drehende Mikrometerschraube Contakte an einer Platin-Iridiumzunge vorbeiführt. Der entstehende elektrische Schluss erzeugt eine Marke auf dem Chronographen. Alle künftigen Fundamentalbeobachtungen sollten auf diese Weise angestellt werden. Die Pariser Conferenz beschäftigte sich auch mit dieser Frage, entschied sich jedoch einstweilen dagegen, an die Rectascensionen solche Helligkeitscorrectionen anzubringen, da noch nicht genügendes Material zur Ermittlung derselben vorhanden sei. Es wurde aber empfohlen, Beobachtungen in dieser Hinsicht anzustellen und dabei alles auf die Grösse 4m·0 als Normalgrösse zu reduciren.

Berichtigungen zu Catalogen. Mehr als anderswo sind auf dem Gebiete der Sterncataloge Druckfehler zu fürchten, weil eine fehlerhafte Sternposition fast wie eine falsche Zahl in einer Logarithmentafel, auf viele Untersuchungen, bei denen der Sternort gebraucht wird, verfälschend einwirken muss. Dennoch sind bei der Fülle der zu druckenden Zahlen gerade hier Druckfehler häufig. Es kommen aber hinzu Fehler bei der Reduction der Cataloge und endlich solche, die schon bei der Beobachtung oder der Reinschrift der Beobachtungen gemacht werden, wie z. B. Verzählungen der Zeit um ganze Minuten oder Secunden, irrige Ablesungen der Kreise um Grade oder jene Unterabtheilungen derselben, in welche die Kreise oder auch die Nonien des betr. Instruments getheilt sind. Der grösste Theil dieser Fehler kann nur erkannt werden mittelst eines zweiten Cataloges, wenn das Zurückgehen auf die Originale zeigt, dass in einem der beiden ein Reductionsfehler vorliegt; steckt aber der Fehler schon im Original, so kann erst die Hinzuziehung eines dritten Cataloges entscheiden, in welchem der beiden andern der Fehler ist. Wer viel mit Sterncatalogen zu thun gehabt hat, der weiss, dass hier äusserste Vorsicht geboten ist. Es kommen Fälle vor, wo ein neuerer Catalog mit Rücksicht auf zwei ältere unter sich übereinstimmende Cataloge corrigirt wurde, die zufällig beide den gleichen Fehler hatten; jetzt sind drei unter sich stimmende Cataloge vorhanden und die Gefahr ist sehr gross, einen vierten wieder nach diesen zu corrigiren. Nur der gröbere Theil der Versehen kann durch die Vergleichung der Cataloge entdeckt werden

namentlich von ARGELANDER stammen umfangreiche Fehlerverzeichnisse, die er aus Anlass der Vergleichung der Durchmusterung mit zahlreichen Catalogen construirte und in den Einleitungen zu derselben publicirte. In den Catalogen sollten alle diese Berichtigungen vor deren Gebrauch vermerkt sein, auf den wenigsten Sternwarten aber werden die Arbeitskräfte vorhanden sein, um dies zu thun und namentlich um die zahllosen, gelegentlich in Zeitschriften zerstreuten Fehler anzumerken, die daher auch meist unbeachtet bleiben. Eine Zusammenstellung aller Quellen, wo Berichtigungen zu Sterncatalogen enthalten sind, findet sich in dem 4. Band der Publications of the Washburn Observatory, der 1886 erschienen ist; neuere Hinweise auf solche finden sich in denjenigen Zonen der astronomischen Gesellschaft, die ihre Oerter mit denen früherer Cataloge vergleichen, und zahlreiche Fehler dieser, die bei der Vergleichung entdeckt werden mussten, sind dort in den Anmerkungen mitgetheilt.

Compilirte Cataloge und Referenzen. Da der Ort eines Sternes im allgemeinen verbessert werden wird, wenn man ihn nicht in **einem** Cataloge, sondern in mehreren aufsucht, so sind in früherer Zeit oft Versuche gemacht worden, mehrere Cataloge in einen zusammenzuziehen und dort gleich für jeden Stern das Mittel aus den einzelnen Catalogangaben anzusetzen. Schon BERNOUILLI gab 1776 einen Rectascensionscatalog von 110 Sternen für die Epoche 1765, aus LACAILLE's, BRADLEY's, MAYER's und LEMONNIER's Beobachtungen zusammengetragen. Der zweite Schritt auf diesem Wege ist dann FRANCIS WOLLASTON's »A general Catalogue of stars, nebulae and clusters of stars, whose positions have been ascertained«. Hier sind FLAMSTEED, LACAILLE, TOBIAS MAYER, BRADLEY, MESSIER und HERSCHEL vereint. Das ganze Werk trägt den Namen Specimen of a General Catalogue, London 1789. Wenn man in BODE's Berliner Jahrbüchern blättert, so findet man oft Verzeichnisse kleiner Sterne, die bei Kometenbeobachtungen benutzt sind, und die Notiz, dass er dieses »*n*te Supplement zu FLAMSTEED« seinen Sternkarten einverleibt habe, ein Beweis, dass er für sich ein umfassendes Sternverzeichniss schaffen wollte. Es folgt der Astronomical Society's Catalogue, bekannt unter der Abkürzung A. S. C., hergestellt von BAILY aus den Catalogen von FLAMSTEED, BRADLEY, LACAILLE, PIAZZI, FALLOWS und ZACH, im ganzen 2881 Hauptsterne enthaltend für das Aequinoctium 1830. Umfassender ist der ebenfalls von BAILY redigirte »The Catalogue of stars of the British Association for the Advancement of Science, London 1845«. Auf Aequinoctium und Epoche 1850 reducirt, enthält er die Oerter von 8377 Sternen bis 8. Grösse, die nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt sind:

1) alle Sterne BRADLEY's (3222) nach der Berechnung BESSEL's in den Fundamenta Astronomiae.

2) alle Sterne LACAILLE's (1942) nach dessen erster Ausgabe im Coelum australe stelliferum.

3) Sterne aus den Catalogen von HEVELIUS, FLAMSTEED, TOBIAS MAYER, POND, ARGELANDER, RÜMKER, JOHNSON.

4) Alle Sterne bis 7^m innerhalb von ± 10° Breite, ausserhalb dieser Grenzen alle Sterne bis 6^m aus den Catalogen von PIAZZI, ZACH, WOLLASTON, GROOMBRIDGE, BRISBANE, AIRY, TAYLOR und LACAILLE (nach BAILY's Bearbeitung).

5) endlich einzelne besonders bemerkenswerthe Sterne.

Der Catalog, der ausserordentlich selten geworden ist, hat eine grosse Bedeutung dadurch gewonnen, dass sowohl in dem Nautical Almanac, als auch sonst in englischen Publicationen die Sterne nach B. A. C. Nummern citirt werden und die Oerter der »Moon culminating stars« und der vom Monde be-

deckten Sterne sind theilweise noch heute aus dem B. A. C. mit seinen Präcessionen und E. B. entnommen und daher recht ungenau.

Endlich sind compilirte Cataloge die Fundamentalcataloge, die schon oben besprochen sind, von WOLFERS' Tabulae Reductionum an bis zu NEWCOMB's Normalsystem N_1.

Das Bestreben, die Heranziehung anderer Sternpositionen zu erleichtern, hat ferner dazu geführt, in neueren Catalogen Hinweise auf ältere mit aufzunehmen. Entweder zeigt ein blosser Buchstabe an, dass der betr. Stern in dem Catalog, für welchen der Buchstabe eine Abkürzung ist, vorkommt, oder es ist auch die Nummer des Sterns in dem Referenzcatalog angeführt. Häufig sind die Hinweise auf mehrere, in einigen Fällen auf alle früheren Cataloge gegeben. Stellenweise sind sogar die Differenzen aufgeführt, die bleiben, wenn man den Ort aus dem einen Catalog auf die Epoche des andern reducirt. In sehr grosser Vollständigkeit sind solche Catalogvergleichungen in einigen A. G. Catalogen ausgeführt, vornehmlich in Berlin A und Cambridge U. S. Von vielen andern werden dieselben nachträglich erscheinen. Einige Cataloge stellen sich sogar nur als Neubeobachtungen früherer heraus. z. B. der zweite ARMAGH-Catalog enthält fast nur LALANDE-Sterne, ebenso der grosse Pariser Catalog, der die Beobachtungen von 1837—1881 vereinigt, die als Wiederholungen der Histoire Céleste angestrebt sind. Der erste RADCLIFFE-Catalog ist eine vollständige Durchbeobachtung von GROOMBRIDGE u. a. m. Ein Versuch, solche Referenzen von Catalogen über die Hinweise in den einzelnen Catalogen hinaus zu schaffen, ist von OELTZEN gemacht worden. In Band 54 der Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften befinden sich Nachweise für das Vorkommen der Sterne des Catalogs ARGELANDER-OELTZEN in andern Quellen, dann aber auch die Zusammenstellung von Positionen der bei ARGELANDER fehlenden Sterne.

Der Zweck der letzteren Arbeit war dem Astronomen, der z. B. einen Stern aus ARGELANDER's Zonen benutzte, die Mühe zu ersparen in den andern älteren Catalogen nach demselben Stern zu suchen und ihm sofort die Hinweise an die Hand zu geben, in welchen Catalogen und unter welcher Nummer er ihn dort finden werde. Sehr bald wuchs die Anzahl der Cataloge aber so über die wenigen Referenzen OELTZEN's hinaus, dass es sich kaum noch verlohnte, in ihnen nachzusehen, weil neben der Fülle der andern zu consultirenden Cataloge die Zeitersparniss, die durch das Einsehen seiner Referenzen gewonnen wurde, kaum noch in Betracht kam. Heut zu Tage liegt die Sache nun so, dass wir über ca. 200 Cataloge verfügen, in denen mit wenigen Ausnahmen Sternörter vorhanden sind, die für gegenwärtige Arbeitszwecke in Betracht kommen. Wird nun ein Sternort gebraucht, so scheiden zwar sofort eine Anzahl Cataloge aus, in denen dieser Stern gar nicht vorkommen kann, entweder weil er dazu zu schwach ist, oder weil er ausserhalb der Grenzen der Himmelszone steht, in welcher jener Catalog überhaupt Oerter enthält. Von den übrigen Catalogen kann man sofort von ganz wenigen Catalogen sagen, meist nur von einem einzigen, dem betr. A. G. Catalog, dass der Stern sicher darin gefunden werden müsse. Es bleibt also eine grosse Reihe Cataloge übrig, in welchen der Stern mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit sich auch finden kann. Für den Astronomen giebt es dann zwei Fälle: Entweder diese Cataloge zu übersehen und sich mit dem leicht zugänglichen Theile des Sternmaterials zu begnügen oder die Arbeit zu unternehmen, den Stern in allen Catalogen, in denen er überhaupt noch vorkommen kann, aufzusuchen, mit der Gewissheit, dass dieses Nachsuchen in den meisten Fällen vergeblich sein wird. Es wäre also eine

Arbeit wie die OELTZEN's in unsern Tagen um so mehr fruchtbringend, je colossaler das Material angewachsen ist. Ein Generalnachweis des Vorkommens von Sternen in allen vorhandenen Sterncatalogen hätte aber auch noch das Verdienst, eine Menge kleiner Sterncataloge wieder nutzbar zu machen, in denen jetzt gar nicht nach Sternen gesucht wird, weil sie wegen der kleinen Zahl der in ihnen enthaltenen Sterne für das Nachsuchen zu wenig Chance bieten oder weil sie unbekannt und nicht leicht auffindbar sind. Ein solches Unternehmen wird auf breitester Basis jetzt seitens der Berliner Akademie der Wissenschaften geplant. Namentlich ist als Endziel der Arbeit die Reduction aller Sternpositionen aus der Zeit 1750—1900 auf Aequinoctium und (so weit dies möglich) Epoche 1875.0 beabsichtigt.

Das Unternehmen wird auch die vielen in astron. Jahrbüchern, Zeitschriften und kleinen Abhandlungen zerstreuten Sternpositionen mit berücksichtigen. Sie sind stellenweise von hoher Genauigkeit, bei ihrer Zerstreutheit aber völlig unfruchtbar. Bekanntlich sind von den in den Astron. Nachrichten enthaltenen Sternpositionen einige Sammelverzeichnisse erschienen. Als Publication VIII der A. G. ist erschienen ein Hinweis auf Sternörter, die in den Bänden 1—66 dieser Zeitschrift vorkommen, zusammengestellt von SCHJELLERUP, als Publication XVIII eine Fortsetzung dieser Arbeit für die Bände 67—112 von ROMBERG. Während diese beiden Arbeiten nur Hinweise geben, sind die Oerter aus Band 1—66 selbst auf 1855·0 reducirt, mit der Präcession und deren höheren Gliedern versehen, und mit sorgfältigen Vergleichungen mit anderen Catalogen ausgestattet von KAM in einem umfassenden, mit Hülfe der Akademie der Wissenschaften zu Amsterdam publicirten Sterncatalog. Eine Fortsetzung dieser Arbeit für die Bände 67—112 hat ebenfalls KAM noch kurz vor seinem Tode ebendort veröffentlicht. Eine ähnliche Arbeit für die Bände 113—150 der A. N. wird das Generalregister zu Bd. 121—150 der A. N. enthalten, welches STICHTENOTH gegenwärtig bearbeitet.

Ich gebe endlich das Verzeichniss der Cataloge, welche mir bekannt geworden sind. Eine gute Grundlage für dasselbe ist »The Chronology of Star Catalogues by E. B. KNOBEL« in Vol. 43 der Mem. of. the Royal Astronomical Society. Ich habe nur die älteren Cataloge von lediglich historischem Interesse hier wegzulassen gehabt, ferner die Verzeichnisse der Doppelsterne und veränderlichen Sterne sowie Sternhaufen, welche die Oerter nur genähert geben; endlich sind die kompilirten Cataloge weggelassen und diejenigen, welche sich als blosse Abdrucke anderer darstellen. Von solchen Catalogen, welche mehrere Bearbeitungen oder mehrere Auflagen erfahren haben, ist nur die letzte aufgeführt. Auch sind z. B. die LAMONT'schen Zonencataloge durch die Neubearbeitung München I ersetzt. Hinzuzufügen hatte ich zu KNOBELS mit dem Erscheinungsjahr 1877 abschliessender Arbeit nur wenige von ihm nicht gekannte und die seitdem erschienenen Cataloge. Ich darf nicht hoffen, dass jetzt das Verzeichniss vollständig ist, wenngleich mich AUWERS auf einige mir entgangene Cataloge vor einiger Zeit aufmerksam gemacht hat. Ich hoffe aber, dass das Verzeichniss dazu beitragen wird, alle Cataloge kennen zu lernen, indem ich die Fachgenossen bitte, mich auf Lücken aufmerksam zu machen. Unvollständig ist das Verzeichniss natürlich absichtlich in Bezug auf kleine Verzeichnisse weniger Sterne, die eben dem oben erwähnten Sammelcatalog aus Zeitschriften etc. Nahrung geben sollen.

Das Verzeichnis ist so angelegt, dass die erste Columne den Namen enthält, unter welchem der Catalog meist genannt wird, die zweite die gebräuchliche

oder einzuführende Abkürzung, die dritte die Zahl der darin enthaltenen Positionen die in wenigen Fällen — LALANDE, d'AGELET, WEISSE u. A. — nicht gleich der der Sterne ist, weil mehrere Beobachtungen desselben Sterns einzeln numerirt sind; die vierte giebt kurz die Art der vorkommenden Sterne, sowie die Grenzen des Catalogs an. Enthält ein Catalog nur die eine Coordinate, so deutet dies ein vorgesetztes *A* oder *D* an, *F* bedeutet hier Fundamentalsterne, *H* Hauptsterne, d. h. meist Sterne bis nur 6. Grösse, *S* schwächere Sterne, und ein angehängter Index bezeichnet die Grösse, bis zu welcher der Catalog geht; enthält ein Catalog helle und schwache Sterne planlos durcheinander, so fehlt jeder Hinweis auf die Art der Sterne, ein *z* deutet an, dass der Catalog ein Zonencatalog ist, wo also Vollständigkeit innerhalb der gezogenen Grenzen das Ziel war. Die fünfte Columne enthält das Jahr des Aequinoctiums, die sechste den Titel so ausführlich, wie es zur sicheren Erkennung des Cataloges nothwendig ist. Die hier vorhandene Angabe des Beobachtungsortes enthebt der Nothwendigkeit, in Columne 4 besonders anzuführen, ob die Sternörter mehr der nördlichen oder südlichen Halbkugel angehören.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
FLAMSTEED . .	Fl	3310	H und S_8	1690	An Account of the Rev. JOHN FLAMSTEED, ect. to which is added his British Catalogue of stars corrected and enlarged by F. BAILY. 1835.
LACAILLE . .	Lac_1	398	H	1750	LACAILLE's Catalogue of 398 principal stars ect. by FRANCIS BAILY. Mem. of the Royal Astr. Soc. Vol. V, pag. 93. 1833.
LACAILLE . .	Lac_2	9766	S_7, südlich von — 23°	1750	A catalogue of 9766 stars in the Southern Hemisphere ect. edited by the British Association. 1847.
BRADLEY . .	Br	3268	H und S_8	1755	Neue Reduction der BRADLEY'schen Beobachtungen aus den Jahren 1750 bis 1762 von ARTHUR AUWERS. Dritter Band, pag. 82. Petersburg 1888.
„ Zenithsector	Br. sect	131	D + 45 bis 56°	1755	in den Anmerkungen des vorigen.
TOBIAS MAYER .	TM	1027	Zodiacalsterne	1755	TOBIAS MAYER's Sternverzeichniss nach den Beobachtungen auf der Göttinger Sternwarte in den Jahren 1756 bis 1760 neu bearbeitet von ARTHUR AUWERS. Leipzig 1894.
MASKELYNE . .	$Mask_1$	36	F	1770	Tables for computing the apparent places of the fixed stars. London 1874, pag. 5.
MASKELYNE-HERTZSPRUNG	MH	231	S_{11} (Grössen zu schwach angesetzt)	1770	Reduction af MASKELYNE's Jagttagelser af smaa stjerner anstillede i Aarene fra 1765 til 1785. Kjobenhavn 1865. Danske Vid. Selsk. Skrifter sjette bind.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Hornsby . . .	Ho	—	FLAMSTEED's Sterne und S_8	1785	Noch unreducirte Resultate einer grossen Oxforder Reihe 1774–1803 [1]).
CASSINI . . .	Cass.	138	DH	1788	Declinaison moyenne des principales étoiles au premier janvier 1788 d'après les observations faites à l'obs. royale de Paris depuis 1778 jusqu'en 1790. Mem. de l'Ac. des Sciences 1789, pag. 139.
MASKELYNE . .	$Mask_2$	34	AF	1790	in Wollaston, Specimen of a general catalogue. London 1789.
FEDORENKO . .	Fed.	4673	S_9, meist über $+50°$	1790	Positions moyennes .... des étoiles circompolaires, dont les observations ont été publieés par JÉROME LALANDE ect. par JVAN FEDORENKO. Petersbourg 1854.
FEDORENKO . .	Fed. S.	339	S_9, nördl. v 72°	1790	Supplément du Catalogue (précedent).
VIDAL . . .	Vid_1	145	polnahe Sterne in 3^h–6^h u. einige südl. in 17^h	1790	Catalogue de VIDAL-FLAUGERGUES. Conn. des Tems au XIV, pag. 311.
VIDAL . . .	Vid_2	24	schwache Sterne zwischen $4^h 36^m$–$6^h 11^m$ und $+70$ bis $+74°$	1790	Catalogue de VIDAL-FLAUGERGUES. Conn. des Tems an XV, pag. 238.
VIDAL . . .	Vid_3	887	$S_{6.5}$ $-30°$ bis $-45°$	1799	Catalogue de 887 étoiles australes observées à Mirepoix et réduites au 12 nivôse de l'an 7. Conn. des Tems an XI, pag. 264.
D'AGELET . .	D'Ag	6497	H und S_9 $+50°$ u. $-35°$	1800	Reduction of the observations of fixed stars made by JOSEPH LEPAUTE D'AGELET at Paris in 1783–85 by B. A. GOULD. Washington 1866. Mem. of the Nat. Ac. of Arts and Sciences. Vol. I.
ZACH	Za_1	381	AH	1800	Tabulae motuum solis novae, fixarum praecipuarum catalogus novus. Gothae 1792.
ZACH	Za_2, Za_3	1830	Zodiacalsterne A und D getrennt	1800	Tabulae speciales Aberrationis. Gothae 1806. Die Rectascensionen sind in Gotha, die Deklinationen in Mannheim beobachtet.
CAGNOLI . . .	Cg_1	473	nördliche H	1800	Catalogo di stelle boreali. In Modena Soc. Ital. Mem. Vol. X, pag. 687. (Verbesserungen in Vol. XI, pag. 676).

[1]) Vergl. hierüber die Ausführungen RAMBAUT's in Monthly. Not. Vol. LX, pag. 265.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
CAGNOLI . . .	Cg_2	28	südliche H	1800	Catalogo di stelle australi. In Modena Soc. Ital. Mem. Vol. X, pag. 687
LALANDE . .	Lal	47390	S_{10} z	1800	A Catalogue of those Stars in the »Histoire Céleste« Française of JERÔME DE LALANDE for which Tables of Reduction to the Epoch 1800 have been published by Prof. SCHUMACHER, reduced by BAILY. 1847[1]).
LALANDE-BOSSERT	L Bo	3950	S_{10} z	1800	Supplément à l'Histoire Céleste. ect. par M. J. BOSSERT.
PIAZZI . . .	Pi	7646	H und S_9 nicht viele hohe Deklin.	1800	Praecipuarum stellarum inerrantium positiones mediae ineunte saeculo XIX ex observationibus habitis in specula Panormitana ab anno 1792 ad annum 1813. Panormi 1814[2]).
MASKELYNE . .	$Mask_3$	36	F	1802	in Greenwich Observations 1802 und Zach tabulae speciales Aberrationis. Gotha 1806.
CACCIATORE (AUWERS)	Cacc.	46	A F	1805	Rectascensionen der Fundamentalsterne für 1805. Neu reducirt aus den Palermitaner Beobachtungen. Publ. der Astron. Ges. No. V.
BARRY-VALENTINER	Ba_1	2573	14^h-24^h A von Zodiacalsternen	1805	R. BARRY's Fixsternbeobachtungen auf der gr. Sternwarte zu Mannheim, berechnet und herausgegeben von Dr. W. VALENTINER 1. Beobachtungen am Passageninstrument im Jahre 1805. 41.—44 ter Jahresbericht des Mannheimer Vereins für Naturkunde. 1878.
BARRY . .	Ba_2	ca. 2800	A von Zodiacalsternen	1805	noch unreducirte Fortsetzung des vorigen in den Jahren 1806 u. 1807.
BARRY . . .	Ba_3	ca. 3600	D von Zodiacalsternen	1805	noch unreducirte Beobachtungen am Mauerquadranten aus dem Jahre 1807.
BRINKLEY . .	Bri_{09}	47	D H	1809	siehe BRINKLEY 1813.
BARRY . . .	Ba_4	ca. 14000	z	1810	noch unreducirte Zonen am BIRD'schen Mauerquadranten 1807—1811.
GROOMBRIDGE .	Gr.	4243	Circumpolarsterne	1810	Catalogue of 4243 Circumpolar Stars deduced from the observations of STEPHEN GROOMBRIDGE; edited by G. B. AIRY. London 1838.

[1]) Eine Neureduction dieses Materials durch BOSSERT nach den von VON ASTEN (V. A. G. Band III Supplementheft 1868) mitgetheilten Tafeln ist nahezu vollendet.

[2]) Eine Neureduction der von LITTROW in den Wiener Annalen gedruckten correcten storia celeste ist durch PORRO in Turin und DAVIS in Washington im Gange. Vergl. V. A. G. Band 33, pag. 279.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
ORIANI . . .	Or_1	30	D Circumpolarsterne	1811	Effemeridi Astr. di Milano 1815. Appendix.
ORIANI . . .	Or_2	40	DH	1811	Effemeridi Astr. di Milano 1817. Appendix.
BRINKLEY . .	Bri_{13}	47	DH	1813	A Catalogue of N. P. D. of 47 principal fixed stars from recent observations. »Irish Royal Acad. Transactions« vol. XII nebst Differenzen gegen die Beobachtungen von 1809.
POND	Po_{13}	84	DH	1813	Phil. Transactions 1813, pag. 282.
STRUVE F. G. W.	Str_2	192	AH +45 bis +75°	1814	Observationes Dorpatenses 1814/5. Vol. I, pag. 45.
STRUVE F. G. W.	Str_1	90	AH	1815	Observationes Dorpatenses 1814/5. Vol. I, pag. 65.
BESSEL . . .	B Fund I	36	AF	1815	Berliner Acad. Abh. 1818/9 und Edinburg Phil. Journ. Vol. I.
„	B Fund I	34	DF	1815	Deklinationen am CARY'schen Kreise. Astronomische Beobachtungen auf der königl. Universitätssternwarte in Königsberg v. F. W. BESSEL. 7. Abth., pag. XXXII. Königsberg 1822.
„	B	ca. 900		1815	Königsberger Beob., 1—6. Abth. Rectascensionen bereits von COHN bearbeitet, Königsb. Beobachtungen 39. Abth. Deklinationen folgen.
POND-AUWERS .	Po A	ca. 480	H	1815	Bevorstehende Reduction der Sterne im zweiten Bande der POND'schen Beobachtungen, die z. Th. für 1817. o in einem Catalog von 400 Sternen in Greenw. Obs. 1814—1816 gegeben sind.
KMETH . . .	Km	147	AH	1819	Astronomische Beobachtungen der Zenithdistanzen und Graden Aufsteigungen der Fixsterne etc. Ofen 1823. Die Zenithdistanzen sind noch unreducirt.
STRUVE F. G. W.	Str_3	—	A	1820	Noch unreducirte Beobachtungen STRUVE's 1818—1821 in Vol. II und III der Observationes Dorpatenses, welche vielleicht mit Str_1 und Str_2 in einen Generalcatalog zusammenzuziehen wären.
GAUSS . . .	Ga	35	DF	1820	Beobachtung von 35 Fundamentalsternen am REICHENBACH'schen Meridiankreise 1820. Briefwechsel GAUSS-BESSEL, pag. 378.
BESSEL . . .	B Fund II	36	DF	1820	Deklinationen am REICHENBACH'schen Kreise. In »Königsberger Beobachtungen«. 7. Abth., pag. XXXIII.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Bessel . . .	Kbg P	58	AH Circumpolarsterne	1820	In »Königsberger Beobachtungen«, 6. Abth., pag. XV.
„	Kbg P	59	DH Circumpolarsterne	1820	In »Königsberger Beobachtungen«, 7. Abth., pag. XXIV, nochmals reducirt von Döllen in Ac. Imp. Méms. Math. et physiques Vol. VII. St. Petersbourg 1853.
Bessel . . .	B Gem	7	Η[illegible] Geminorum	1820	Sterne in den Zwillingen, die in Greenwich zur Bestimmung des Collimationsfehlers benutzt waren, in »Konigsb. Beobachtungen«. 8. Abth., pag. V.
Brioschi . . .	Brio	32	DF	1820	»Comentarii Astronomici della Specola Reale di Napoli« 1824—26, vol I.
Pond-Olufsen .	Po Ol	38	DF	1822	Olufsen's Reduction der Pond'schen Beobachtungen für 1822, A.N. No. 422.
Pond	Po_{23}	134	H	1823	»Greenwich Observations 1823.«
Brinkley . .	Bri_{24}	46	AH	1824	A Catalogue in R. A. of 46 principal stars, deduced from observations made at the observatory, Trinity College, Dublin in 1823 and 1824. A.N. No. 78.
Fallows . .	Fa_1	273	H	1824	»A catalogue of nearly all the principal fixed stars between the Zenith of Cape Town C. G. H. and the south pole«. Phil. Transact. 1824, pag. 405.
Robertson und Rigaud	Ox_2	—	—	1825	Noch unausgeführte Reduction der 1810—1838 am Radcliffe Observatory angestellten Beobachtungen. vgl. M. Not. R. A. S. 1900, pag. 265.
Bessel . . .	B Fund III	36	AF	1825	Neuester Fundamentalcatalog. Königsberger Beob. 10. Abth. pag. X und A. N. No. 78.
Plana . . .	Pl	46	DF	1825	Torino Acad. Reale Memorie Vol. XXXII, pag. 464.
Pond . . .	Po_{25}	36	AF	1825	A. N. No. 119.
Pond . . .	Po_{25}	40	DH	1825	Greenwich Obs. Vol. X. 1825.
Bessel-Weisse .	W	31085	S_9 —15° bis +15° z	1825	Positiones mediae stellarum fixarum in zonis Regiomontanis a Besselio inter —15° et +15° declinationis observatarum ect. auctore M. Weisse. Petropoli 1846.
Bessel-Weisse .	W_2	31445	S_9 +15° bis +45° z	1825	Positiones mediae stellarum fixarum in zonis Regiomontanis a Besselio inter +15° et +45° declinationis observatarum ect. auctore M. Weisse. Petropoli 1863.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
BRISBANE . .	Brb	7385	S_9	1825	A catalogue of 7385 stars chiefly in the southern hemisphere prepared from observations made in the year 1822—1826 at the Observatory at Paramatta, New South Wales . . . . London 1835.
BRISBANE . .	Brb App	133	S_9	apparent positions	A catalogue of stars, which have been observed either in Right Ascension or South Polar Distance only or which the computer has not been able to identify in the catalogues to which they are referred, (pag. 248 des vorigen.)
SOLDNER . .	So	274	H	1825	Aus den »Mittleren Positionen von 2112 kleineren Sternen« etc. Münchener Annalen XXXV Band, pag. 193, München 1874, beabsichtigt die Münchener Sternwarte drei Cataloge herzustellen, von denen dieser erste die Beobachtungen SOLDNER's 1821 bis 1827 umfassen soll.
POND . . .	Po_{26}	64	DH	1826	Greenwich Obs. Vol. X. 1826.
RÜMKER . . .	Ptt	632	S_7 südlich von —23°	1827	Preliminary Catalogue of fixed stars intended for a prospectus of a catalogue of the stars in the southern hemisphere included within the Tropic of Capricorn. Hamburgh 1832[1]).
SCHWERD-OELTZEN	Schw	1397	Circumpolar bis 9^m nördl. von 70°	1828	SCHWERD's Beobachtungen von Circumpolarsternen in mittleren Positionen 1828. o. Denkschriften der Wiener Akademie 1855.
BIANCHI . . .	Bi_{28}	36	DH	1828	Effemeridi Astronomiche di Milano per l'anno 1830, pag. 113.
BIANCHI . . .	Bi_{28}	65	DH circumpolar	1828	Effemeridi Astronomiche di Milano per l'anno 1830, pag. 114.
L. MAYER . .	Wien	48	H	1829	Annalen der k. k. Sternwarte Wien I. Reihe, Bd. X, pag. 52[2]).
POND	Po	1112	H	1830	A Catalogue of 1112 stars reduced from observations made at the Royal Observatory Greenwich 1816 to 1833. London 1833[3]).

[1]) Beobachtungen RÜMKER's von etwa 3600 Sternen zu Paramatta sind noch unreducirt.

[2]) Dieselben Beobachtungen aber nur von 45 Sternen sind für 1830. o in Roy. Astr. Soc. Mem. Vol. IV, pag. 238 catalogisirt.

[3]) Ein Theil dieser Sterne, z. Thl. aus anderem Beobachtungsmaterial abgeleitet, findet sich auch in »approximate right ascension and north polar distance of 720 stars, from observations made at the royal observatory at Greenwich«, in Greenwich observ. 1829.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
First Cambridge Catalogue	Ca_1	726	HS_{10}	1830	A catalogue of 727 stars deduced from Observations made at the Cambridge Observatory from 1828 to 1835, Roy. Astr. Soc. Mem. vol. XI, pag. 24.
ARGELANDER .	Arg	560	S_8	1830	DLX stellarum fixarum positiones mediae, quas ex observationibus Aboae habitis deduxit ARGELANDER. Helsingfors 1835.
FALLOWS . .	Fa_2	254	H	1830	Results of the observations made by the Rev. F. FALLOWS at the royal Observatory Cape of Good Hope in the years 1829—31. Roy. Astr. Soc. Mem. Vol. XIX, pag. 78. Einige Differenzen benachbarter Sterne finden sich ausserdem pag. 67.
JOHNSON . . .	JSH	606	H	1830	A catalogue of 606 principal stars in the southern hemisphere deduced from observations made at the Observatory St. Helena from Nov. 1829 to April 1833. London 1835.
„	ISHInt	41	nördliche H	1830	auf pag. 24 der Einleitung zum vorigen befinden sich die Positionen von 41 nördlichen Hauptsternen.
PEARSON . . .	Pea	517	Sterne innerhalb ±6° Breite	1830	Catalogue of 520 Stars within 6° north and south of the Ecliptic observed at South Kilworth. Roy. Astr. Soc. Mem. vol. XV, pag. 113.
WROTTESLEY .	Wr	1318	AS_7	1830	A catalogue of the R. A.'s of 1318 stars contained in the A. S. C. Roy. Astr. Soc. Mem. Vol. X, pag. 156.
WROTTESLEY .	WrS	55	AS_7	1830	A supplemental catalogue of the R. A.'s of 55 stars. Roy. Astr. Soc. Mem. vol. XII, pag. 110.
STRUVE F. G. W.	StrPM	2874	Doppelsterne	1830	Stellarum fixarum imprimis duplicium et multiplicium positiones mediae pro epocha 1830.0 deductae ex observationibus meridianis annis 1822 ad 1843 in specula Dorpatensi institutis ect. Petropoli 1852, pag. 235.
HENDERSON . .	Hen	174 172	D A } H	1833	On the Declinations / The Right Ascensions of the principal fixed stars deduced from observations made at the Observatory Cape of good Hope in the years 1832 and 1833. Roy. Astr. Soc. Mem. Vol. X, pag. 80; vol. XV, pag. 134.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
POND	Po_{33}	66	DH	1833	Catalogue of the N. P. D. of 66 principal stars from the latest observations at Greenwich in Greenwich Observations 1833.
LAMONT . . .	Lam_1	ca. 2000	zwischen ± 30°	1835	Zweiter der drei aus den »Mittleren Positionen v. 2112 kleineren Sternen« ect, Münchener Annalen XXXV. Bd., pag. 193. München 1874, zu bildenden Cataloge, umfassend die Beobachtungen LAMONTS von 1828 bis 1840 [1]).
TAYLOR . . .	Tay	11015	S_8	1835	A General Catalogue of the principal fixed stars from observations made at the Hon. E. J. Co.'s Observatory at Madras in the years 1830—1843 by THOS. GLANVILLE TAYLOR. Madras 1844 [2]).
MONTOJO . .	Mont	126		1835	Mean Positions of the Stars contained in Mr. BAILY's Adress as determined at San Fernando in 1834—38 Roy. Astr. Soc. Mem. Vol. XII, pag. 231.
Königsberg . .	Kbg Zod	750	Zodiacalst.	1835	Königsberger Beobachtungen 37. Abtheil., pag. 138.
RÜMKER . . .	Rü	11978	S_{10}	1836	Mittlere Oerter von 12000 Fixsternen für den Anfang von 1836 abgeleitet aus den Beobachtungen auf der Hamburger Sternwarte. Hamburg 1843 [3]).
CARLINI . . .	Crl	38	D H Circumpolarsterne	1837	»Nuova determinazione della rifrazione«. In Effem. Astr. di Milano 1852. Appendix.
KOLLER . . .	Kö	208	meist H	1838	Extract from a letter from M. MARIAN KÖLLER, Director of the Observatory at Kremsmünster, to Francis Baily, Esq, accompanying a Catalogue of 208 stars. Roy. Astr. Soc. Mem. Vol. XII, pag. 373.
BUSCH . . .	Bu	62	DH	1840	Neue Untersuchung der Reductionselemente der Deklinationen und Bestimmung der Deklinationen der Fundamentalsterne von Herrn Geh. Rath und Ritter BESSEL. A. N. No. 422; der Catalog findet sich pag. 234.

[1]) Die Beobachtungen von 1828—1834 sind bereits in 4 Specialcataloge für 1830, 1832, 1833, 1834, Observationes Monachienses. Vol. VII, pag. 120, 140; Vol. VIII, pag. 110; Vol. IX, pag. 129 zusammengezogen.

[2]) Neubearbeitung durch DOWNING nahezu vollendet.

[3]) Neureduction zusammen mit der neuen Folge auf der Hamburger Sternwarte in Arbeit.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
ARMAGH . . .	Rob	5345	S_9	1840	Places of 5345 stars observed from 1828 to 1854 at the ARMAGH Observatory by the Rev. F. R. ROBINSON. Dublin 1859.
BIANCHI . . .	Bi_{40}	220	H	1840	Posizione Medie delle 220 Stelle principali di Piazzi. Modena Ital. Soc. Mem. Vol. XXIII. 1846.
Edinburg . . .	Ed_{40}	—	—	1840	Neue Reduction der HENDERSON'schen Beobachtungen in Edinburg 1834 bis 1845, von COPELAND und HALM nahe vollendet. Vgl. Monthly Notices R. Astr. Soc. vol. LX, pag. 341, Abs. 2.
$SANTINI_1$ . .	San_1	1744	S_9 z −1° bis +11°	1840	Descrizione del circolo meridiano dell' I. R. Osservatorio di Padova seguita da un catalogo di stelle fisse per l'anno 1840 etc. di Giovanni Santini. Padova 1840. Ersterer[1]) getheilt in 6, letzterer in 5 Specialcataloge von je zwei Grad Breite.
$SANTINI_2$ . .	San_2	2348	S_9 z −1° bis −11°	1840	
GILLISS . . .	Gi W	1248	S_7	1840	Astronomical Observations made at the Naval Observatory Washington. Washington 1846. General-Catalogue pag. 598.
CAPE	Cp_{40}	2892	HS_{10}	1840	The CAPE Catalogue of stars deduced from observations made at the Royal Observatory, CAPE of GOOD HOPE 1834 to 1840 and reduced to the epoch 1840. Capetown 1878.
COOPER and GRAHAM	Mkr	50	S_{10} +88° bis +90°	1842	Mean Places for 1 January 1842 of 50 Telescopic stars within 2°. N. P. D. observed in the years 1842 and 1843 at MARKREE in the county of SLIGO. A. N. 490[2]).
ARGELANDER-OELTZEN	A Oe	26425	S_9 z +45° bis 80°	1842	ARGELANDER's Zonenbeobachtungen vom 45.—80. Grad nördlicher Deklination in mittleren Positionen für 1842.0, nach Gerader Aufsteigung geordnet von W. OELTZEN. Wien. Annalen d. k. k. Sternwarte 3. Reihe, Bd. 1 und 2[3]).

[1]) Auch enthalten in dem die ganze Zone — 1° bis + 11° umfassenden »A Catalogue of 1677 stars included between the equator and ten degrees of North Declination observed at the Royal Observatory of Padua ect.« R. Astr. Soc. Mem. Vol. XII, pag. 273.

[2]) Dieselben Beobachtungen auf 1855.0 gebracht finden sich auf pag. 151 des Cataloges von CARRINGTON.

[3]) Eine Neubearbeitung auch dieses Catalogs von WEISS wird bald erscheinen.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
BESSEL-LUTHER	BLu	36	DF	1843	Neue Bestimmung der Deklinationen der Fundamentalsterne und der Polhöhe von Königsberg aus BESSEL's letzten Beobachtungen von E. LUTHER. A. N. 1076.
SANTARELLI . .	Strl	415	H	1844	Osservazioni fatte nella specola dell. Univ. Gregoriana in Collegio Romano. Roma 1843, pag. 103.
Twelve-year-Catalogue	12yI 12yII	2156	H S_9	1845	Catalogue of 2156 stars from the Observations made during 12 years from 1836 to 1847 at the Royal Observatory, Greenwich. App. to. Greenw. Obs. 1847 [1]).
RADCLIFFE . .	Rc	6317	S_9 circumpolar	1845	The RADCLIFFE Catalogue of 6317 stars, chiefly circumpolar reduced to the Epoch 1845. o; formed from the observations made at the Radcliffe Observatory ect. Oxford 1860.
Madras . . .	Tay_2	97	H	1845	Catalogue of 97 principal fixed stars from observations made at the Madras Observatory in the years 1843 to 1847. App. to Madras Observations vol. VI.
MACLEAR . . .	CpZ	105	D — 28° bis — 38°	1845	Verification and Extension of LACAILLE's Arc of Meridian at the CAPE of GOOD HOPE, Referat in der V. A. G. Vol. V, pag. 44 von WINNECKE.
Pulkowa . . .	Pu_1	374	A } H D }	1845	Ascensions droites } Declinaisons } moyennes des étoiles principales. Obs. de Poulkova vol. { I, pag. (120) IV, pag. (50) .
„ .	Pu_1 occ.	300	A S_9	1845	Ascensions droites } Declinaisons } moyennes des étoiles observées occasionellement. Observations de Poulk. vol. { III(161) IV(71) .
„ . .	Pu_1 occ	59	D S_9	1845	
Paris	Par_1			1845	siehe Paris 1875.
MACLEAR . .	Mcl	18	H	1847	Observations of southern stars made at the request of Prof. MADLER. Monthly Notices R. A. S Vol. IX, pag. 16.
OUDEMANS .	Ou	101	DH	1849	Dissertatio Astronomica inauguralis Lugduni Batavorum 1852.
WAGNER . .	Wg	295	A. BRADLEY-sche Sterne	1849	Beobachtungen der kaiserlichen Universitätssternwarte Dorpat. Vierzehnter Band. Dorpat 1856, pag. 346.

[1]) enthält den sogen. First-six-year-Catalogue for 1840, auf 1845 übertragen in sich.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
CAPE	Cp_{50}	4810	H und S_8	1850	Catalogue of 4810 stars for the epoch 1850; from observations made at the Royal Observatory CAPE of GOOD HOPE during the years 1849 to 1852 under the direction of Sir THOMAS MACLEAR.
Six-year-Catal. .	6 y	1576	H und S_9	1850	Catalogue of 1576 stars formed from the Observations made during six years from 1848 to 1853 at the Royal Observatory Greenwich. London 1856. App. II to Greenwich Observations 1854.
Cambridge . .	Ca_7	—	—	1850	Die Epoche 1850 würde ein Catalog erhalten, der die einzelnen Jahrescataloge 1836—1869 in den Bänden der Cambridge Observations zusammenfassen sollte.
Dorpat . . .	Dorp	—	H	1850	Beobachtungen der kais. Universitätssternwarte Dorpat. 16. Band, pag. 18 ff. Die hier mit CL(AUSEN) und SCH(WEIZER) bezeichneten Beobachtungen sind original.
JACOB . . .	Jac P	97	H	1850	Mean Places of 97 principal fixed stars from observations at the Madras Observatory 1848—52. Madras 1854.
JACOB . . .	Jac S	1440	S_7	1850	A subsidiary catalogue of 1440 stars selected from the B. A. C. from observations made at Madras in the years 1849—53. Madras 1854. »Madras Observations« 1848—52.
Genf-WEISS . .	Ge	4165	meist südl. Sterne	1850	Unmittelbar bevorstehende Herausgabe eines Gesammtcataloges der in den Memoiren der Genfer Academie in Jahrescatalogen mitgetheilten Beobachtungen PLANTAMOURS am Genfer Meridiankreise in den Jahren 1841 bis 1858 durch Hofrath WEISS.
München . . .	—	2112		1850	Mittlere Positionen von 2112 kleinen Sternen, welche an dem Meridiankreise in den Jahren 1821 bis 1868 gelegenheitlich beobachtet worden sind, reducirt auf 1850. München 1874, pag. 193. Dieser Catalog soll in die 3 Cataloge So 1825, Lam_1 1835, Lam_2 1850 zerlegt werden.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Lamont . . .	Lam_2	—	zwischen ± 30°	1850	Dritter der aus den »Mittleren Positionen von 2112 kleinen Sternen ect Münchener Annalen XXXV. Band, pag. 193, München 1874, zu bildenden Cataloge, umfassend die gelegentlichen Beobachtungen Lamonts 1845—1868.
Königsberg . .	Kbg	—	—	1850	Generalcatalog, der die gelegentlichen Beobachtungen am Königsberger Meridiankreise 1820—1859 zu umfassen hat, mit Ausnahme der schon für 1835 catalogisirten Zodiakalsterne [1]).
Gilliss . . .	Gi Sj	1963	S_9	1850	A catalogue of 1963 stars and of 290 double stars observed by the U. S. Naval Astronomical Expedition to the Southern Hemisphere during the years 1850, 1, 2. From Observations at Santiago. Washington 1871. App. to Washington Observations 1868.
Gilliss . . .	Gi Sj Z	16748	S_{10} z —64° bis —90°	1850	A catalogue of 16748 southern stars deduced by the U. S. Naval observatory from the zone observations made at Santiago de Chile . . . . . during the years 1849—52. Washington 1895. Washington observations for 1890. Appendix I.
Wrottesley .	Wr_2	1009	A S_7	1850	A catalogue of the R. A.'s of 1009 stars contained in the B. A. C. Astr. Soc. Mem. vol. XXIII, pag. 1.
Washington Meridian Circle	W Mer_1	4047	S_9 z — 24° 56′ bis — 44° 53′	1850	Zones of stars observed with the meridian circle of the national Observatory approved by Capt. G. A. Magruder. Washington 1860.
Washington Mural Circle	W Mu	14804	S_{10} z —4° bis —40°	1850	Zones of stars observed at the U. S. Naval Observatory with the Mural Circle in the years 1846—49. Washington Observations 1869. App. II.
Washington Transit Instrum.	W Tr	12033	S_{10} z —9° bis —41°	1850	Zones of stars observed at the U. S. Naval Observatory with the Meridian Transit Instrument in the years 1846 to 1849. Washington Observations 1870. App. IV.

[1]) Folgende Einzelcataloge finden sich schon in den Königsberger Beobachtungen: Abth. 31, pag. 125, für 1848.0 (Beob. 1848—52), Abth. 32, pag. 207 für 1853.0 (Beob. 1853—1856), Abth. 33, pag. 89 für 1857.0, Abth. 34 pag. 103 für 1859.0 (Beob. 1858 u. 1859). Ausserdem enthält Abth. 25, pag. V, ein Verzeichniss der in Abth. 6—25 am Reichenbach'schen Meridiankreise beobachteten Sterne (meist allerdings Zodiakalsterne).

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Washington Meridian Circle	WMer₂	7390	S_{10} z — 16° 50′ bis — 40° 50′	1850	Zones of stars observed at the U. S. Naval Observatory with the Meridian Circle in the years 1847, 1848 and 1849. Washington 1873. Washington Observations 1871. Appendix I.
Rümker . . . Neue Folge	Rü₂	3126	S_{10} $0^h - 6^h$	1850	Neue Folge der mittleren Oerter von Fixsternen für den Anfang von 1850 abgeleitet aus den Beobachtungen auf der Hamburger Sternwarte. Hamburg 1859[1]).
Argelander-Weiss	A We	18276	S_9 z —15° bis —31°	1850	Catalog der Argelander'schen Zonen vom 15. bis 31. Grade südlicher Deklination in mittleren Positionen für 1850. 0, herausgegeben von Dr. Edmund Weiss. Wien 1890.
Argelander .	Bo VI	2920	$S_{9.5}$ — 14° 40′ bis — 31° 20′	1850	Bonner Beobachtungen Band VI, pag. 335. Bonn 1867.
Argelander .	Bo VI	25	$S_{9.5}$ — 14° 40′ bis — 31° 20′	1850	Nachtrag zum vorigen. ibid., pag. 375.
Epps	Epps	148	A H	1850	Catalogue of stars made at the Hartwell Observatory. 1851. In »Smyth Aedes Hartwellianae« und »Speculum Hartwellianum«[2]), pag. 180. London 1860.
Tacchini - Hagen	Ta H	1001	S_9 —18° bis —28°	1850	A catalogue of 1001 southern stars for 1850. 0 from observations by Signor P. Tacchini at Palermo in the years 1867, 68, 69. Publ. Washb. Obs. Vol. III, pag. 44. Madison 1885.
Hagen . . .	W Ha	437	—15° bis —40°	1850	A list of 437 southern stars for 1850. 0 derived from Washington Transit Circle observations, and compared with observations at the Cape of Good Hope, Cordoba and with Yarnall's Catalogue. Publ. Washb. Obs. Vol. III, pag. 86. Madison 1885.
Thompson . .	Tho			1850	Results of Astronomical Observations made at the Observatory of the University of Durham by Rev. Robt. Anchor Thompson, observer. Durham 1849.

[1]) Wenige unreducirte Beobachtungen liegen noch aus den Stunden $7^h - 23^h$ auf der Hamburger Sternwarte. Dieselben werden mit Rü und Rü₂ jetzt dort in einen Generalcatalog verarbeitet.

[2]) Es sind nur Correctionen der B. A. C. Positionen gegeben, die aber die Epoche 1838—1839 haben.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Durham . . .	Drh	195	HS_9	1850 1851	Results of Astronomical Observations made at the Observatory at the University of Durham by R. C. CARRINGTON, observer. from Oct. 1849 to April 1852. Durham 1855.
SABLER . . .	Sa	175	meist Doppelsterne	1851	Catalogus continens 175 stellarum positiones medias ad 1851.00 ex observationibus Pulcovensibus reductas. Auf pag. 351 von Str. P. M. 1830.
Durham . . .	Drh C	221	Vergleichssterne	1853	General - Catalogue of comparison stars . . . . as concluded from recent observations at Greenwich, Edinburgh and Redhill. Results of Astronomical Observations made at the Obs. of the Univ. of Durham from October 1849 to April 1852. Durham 1855.
DRACHOUSSOFF	Dr	—	S_8 circumpolar	1855	Der Band V der »Annales de l'observatoire de Moscou, publiées sous la rédaction du Prof. Dr. TH. BREDICHIN. Moscou 1878« enthält in seiner ersten Livraison das Beobachtungsjournal der von SOCOLOFF auf scheinbare Oerter reducirten Beobachtungen der Circumpolarsterne 7^m und 8^m, die DRACHOUSSOFF vom 24. April 1853 bis zum 20. Mai 1855 angestellt hat. Der Catalog der mittleren Oerter steht noch aus.
Bonner Durchmusterung	BD	324188	$S_{9.5}$ z —2° bis +90° genäherte Positionen	1855	Bonner Sternverzeichniss, erste bis dritte Section. Bonner Beobachtungen Band 3—5.
Südliche Durchmusterung	SD	133659	S_{10} z —2° bis —23° genäherte Positionen	1855	Bonner Sternverzeichniss. Vierte Section. Bonner Beobachtungen Band 8.
Virginia Durchmusterung	VD	6671	S_{10} — 23° genäherte Positionen	1855	Durchmusterung — 23°. Publications of the LEANDER MC. CORMICK Observatory of the University of Virginia. ORMOND STONE, Director. Vol. I, part. 5. Charlottesville 1893.
ARGELANDER .	Bo VI	30891	$S_{9.5}$ —2° bis +90° und —2° bis —14° 40′	1855	Mittlere Oerter von 33811 Sternen abgeleitet aus den am Meridiankreis der Bonner Sternwarte in den Jahren 1845—1867 angestellten Beobachtungen und in drei Verzeichnissen zusammengestellt. Bonner Beobachtungen Band 6. (das dritte Verzeichniss siehe oben für die Epoche 1850.)

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Bonn Band VI	Bo VI	354 61	$S_{9.5}$ — 2° bis + 90° und — 2° bis — 14° 40′	1855	Nachträge zum vorigen pag. 369 und 374.
CARRINGTON	Carr	3716	S_{10} + 81° bis + 90°	1855	A Catalogue of 3735 Circumpolar stars observed at Redhill in the years 1854, 55, 56. London 1857.
"	Carr a—t	19	$S_{9.0-10.3}$ Poldistanz < 42′	1855	The positions of 19 stars, very near to the pole (specially treated), mit Buchstaben a—t bezeichnet, pag. 63 des vorigen.
MOESTA	Moe_1	999		1855	Observaciones astronómicas hechas en el Observatorio Nacional de Santiago de Chile en los anos de 1853, 54, 55. Santiago de Chile 1850.
JACOB	Jac_2	317		1855	Catalogue of 317 stars selected from the B. A. C. (being such as were supposed to have large proper motions) from observations at Madras in the years 1853—7. »Astr. Soc. Mem.« vol. XXVIII, pag. 1.
Pulkowa, Positions moyennes	PuM	3542		1855	Catalogue des Positions moyennes. Section II du volume VIII des Observations de Poulkova, pag. 227.
"	PuMocc	1404		1855	Catalogue des étoiles observées occasionellement. Section III du volume VIII des Observations de Poulkova, pag. 319.
KAM	Kam_1	5455	S	1855	Catalog von Sternen, deren Oerter durch selbstständige Meridianbeobachtungen bestimmt worden sind, aus Band 1—66 der Astronomischen Nachrichten reducirt auf 1855.0, von Dr. N. M. KAM. Amsterdam 1885 Natuurk. Verh. d. Koninkl. Akademie Deel XXIV.
"	Kam_2	5660	S	1855	Catalog von Sternen, deren Oerter durch selbststandige Meridianbeobachtungen bestimmt worden sind, aus Band 67—112 der Astronomischen Nachrichten reducirt auf 1855.0 von Dr. M. N. KAM. Amsterdam 1865.
CALANDRELLI[1])	Cal	60	II	1855	Catalogo delle stelle osservate. »Roma Accad. Pont. Nuovi Lincei Atti« vol. VI, pag. 317.

[1]) Der Catalog ist verdächtig, weil die Beobachtungen des Sirius und einiger Vergleichssterne sich als gefälscht erwiesen haben.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Sydney . . .	Sy_1	366		1859	Jahrescatalog in »Astronomical Observations made at the Sydney Observatory in the year 1859«. Sydney 1860.
OELTZEN-BIDSCHOF . . .	Oe Bi	26006	S_{11} z $+15°$ bis $+19°$	1860	BIDSCHOF hat die Reduction dieser in den Jahren 1856—58 angestellten Zonen, die in »Annalen der k. k. Sternwarte« in Wien, 3. Folge, Band VII—XXIV publicirt sind, begonnen.
Königsberger Correctionssterne	Kbg C	—	S_9	1860	noch nicht in einen Generalcatalog gebrachte Beobachtungen LUTHER's, die zu dem Zwecke angestellt wurden, systematische Correctionen für die BESSEL'schen Zonen abzuleiten [1].
Seven-year-Catalogue	7 y	2022	H und S_9	1860	Seven-year-Catalogue of 2022 stars deduced from observations extending from 1854 to 1860 at the Royal Observatory, Greenwich. Greenwich Observations 1862. Appendix I.
Second Radcliffe Catalogue	RC_2	2386	H und S_9 meist GROOMBRIDGE-Sterne	1860	Second Radcliffe Catalogue containing 2386 stars deduced from observations extending from 1854 to 1861. Oxford 1870.
CAPE	Cp_{60}	1159	H und S_{11}	1860	The CAPE Catalogue of 1159 stars deduced from observations (by Sir THOMAS MACLEAR) at the Royal Observatory CAPE of GOOD HOPE 1856 to 1861. Cape Town 1873.
WILLIAMSTOWN .	Will	546	meist H	1860	Astronomical Observations made at the WILLIAMSTOWN Observatory, Melbourne 1869. Vol. I, pag 104.
YARNALL . .	Ya	10964	H und S_{10}	1860	Catalogue of stars observed at the U. S. NAVAL Observatory during the years 1845 to 1873 and prepared for publication by Professor M. YARNALL U. S. N. Third edition. Washington 1889. Washington Observations 1884. Appendix I.
MOESTA . . .	Moe_2	3309	meist H	1860	Ascensiones rectas i distancias polares de las estrellas observadas en los anos de 1856 à 1860 con el circulo meridiano. Observaciones astronomicas . . . . de Santiago de Chile. Tomo II. Dresde 1875.

[1] Die Beobachtungen am REICHENBACH'schen Meridiankreise von 1860 und 1861 sind in der 35. Abth., pag. 120, zu einem Cataloge für 1861. 0, die von 1862 bis 1865 in der 36. Abth., pag. 196 zu einem Cataloge für 1864. 0, die Beobachtungen am REPSOLD'schen Meridiankreise von 1861 bis 1864 in der 37. Abth., 2. Thl., pag. 62 zu einem Cataloge für 1862. 0 zusammengestellt.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
ROMBERG-SEYBOTH	$Mosk_1$	1121	S_8 z 0° bis + 4°	1860	Resultate aus den Zonenbeobachtungen [1]) am Meridiankreise der Moskauer Sternwarte während der Jahre 1858—69. I Zone 0° bis + 4° von H. ROMBERG und J. SEYBOTH. Petersburg 1894.
Sydney . . .	Sy_2	1162		1860	Jahrescatalog in »Astronomical and Meteorological Observations made at the Sydney Observatory in the year 1860«. Sydney 1861.
KLINKERFUES-SCHUR	Kl	6900	—15° bis +15° z	1860	Stern-Catalog enthaltend 6900 Sternörter für 1860.0 nach den von Professor KLINKERFUES in den Jahren 1858—1863 angestellten Zonenbeobachtungen . . . abgeleitet von W. SCHUR. Astr. Mitth. von der kgl. Sternwarte zu Göttingen. 2. Theil. Göttingen 1891.
CAPELLI . . .	Mail	661	S_8 —15° bis —25°	1860	Posizione medie di 661 stelle, distribuite nella zona fra 15° e 25° di declinazione australe. Effem. Astr. di Milano 1865. Appendix.
Paris	Par_2			1860	siehe Paris 1875.
SANTINI . . .	San_3	2706	S_{10} — 10° bis — 12° 30′	1860	Posizione medie di 2706 stelle pel 1° gennajo 1860 distribuite nella zona compresa fra 10° e 12° 30′ di declinazione australe. Estr. dal Vol. VII. delle Memorie dell' Istituto stesso. Venezia 1858.
SANTINI . . . (TRETTENERO)	San_4	2246	S_{10} — 12° 30′ bis — 15°	1860	Posizione medie di 2246 stelle distribuite nella zona compresa fra li 12° 30′ e li 15° di declinazione australe. Estr. dal Vol. X. delle Memorie dell' Istituto stesso. Venezia 1862.
TRETTENERO . .	San_5	1425	S_{10} 0° bis — 3°	1860	Posizione medie di 1452 stelle pel principio del 1860 distribuite nella zona compresa fra 0° e 3° di declinazione australe. Estr. dal Vol. XV. delle Memorie dell' Istituto venèto di scienze, lettere ed arti. Venezia 1870.
OOM	Oom	99	D 58° 46′ bis 59° 46′	1862	Observations faites à l'Instrument des Passages établi dans le premier vertical. Observations de Poulkova. Vol. III. pag. (223)—(230). Petersbourg 1870.

[1]) Drei weitere Cataloge $Mosk_2$ — $Mosk_4$ bis zu 16° Deklination sind noch aus diesen Zonen zu erwarten, die theils in den Moskauer, theils in den Kiewer Annalen publicirt sind.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
New Seven-year-Catalogue	N 7 y	2760	H S_9	1864	New seven-year-Catalogue of 2760 stars deduced from observations extending from 1861 to 1867 at the Royal Observatory, Greenwich. Greenwich Observations 1868, Appendix.
CAPE	Cp_{65}	1905		1865	ein weiterer Cape-Catalogue aus den Beobachtungen von 1862 – 1870, nahe dem Erscheinen.
SCHULTZ . .	Ups	440	S_9	1865	Om Komparations stjernorna vid Nebulosobservationerna i Upsala. »Stockholm Akad. K. Svenska. Vet. Bihang Handlingen Band 2, No. 16«.
Brüssel . . .	Quet	10792	S_9	1865	Catalogue de 10792 étoiles observées a l'observatoire royal de Bruxelles de 1857 à 1878 et réduites a l'époque 1865.00 entrepris par ERNEST QUETELET. Annales de l'observatoire de Bruxelles, nouvelle série. Tome VI. Bruxelles 1887.
Brüssel . . .	Quet F	134	F	1865	Catalogue des étoiles fondamentales observées à l'observatoire royale de Bruxelles de 1857 à 1858 réduites à l'époque 1865.00, auf pag. XVI des vorigen.
SAFFORD . .	Sa C	505	A	1865	Right Ascensions of 505 stars determined with the East Transit Circle at the Obs. of Harvard College . . . 1862 - 1865. Annals of the Astr. Observatory of Harvard College. Vol. IV. part. II, pag. 109. Cambridge 1878.
SCHJELLERUP .	Sj	10000	S_{10} z +15° bis —15°	1865	Stjernefortegnelse indeholdende 10000 Positioner af teleskopiske Fixstjerner imellem —15 og +15 gradus Deklination. Kjöbenhavn 1864.
Pulkowa . . .	Pu_3	336	F	1865	Positions moyennes des étoiles principales pour l'epoque 1865.0. Observations de Poulkova. Vol. XII. St. Peterburg 1887.
Pulkowa . . .	Pu_3 occ	83	S_9	1865	{Ascensions droites / Declinaisons} moyennes des étoiles occasionellement observées pour 1865.0. Observations de Poulkova. Vol. {XII. / XIV. pag. 90}. St. Petersbourg {1887 / 1888}.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Bonn	Bo_{66}	144	H	1866	Mittlere Positionen für 1866.0 der gemeinschaftlich zu beobachtenden Sterne (A. N. 1540) abgeleitet aus den Beobachtungen am Bonner Meridiankreise A. N. 1719.
ENGELMANN . .	Eng_1	146	H	1866	Mittlere Positionen für 1866.0 der ARGELANDER'schen Vergleichssterne (A. N. 1540) abgeleitet aus Beobachtungen am Leipziger Meridiankreise A. N. 1748; auch in »Resultate aus Beobachtungen auf der Leipziger Sternwarte«. Heft I, pag. 79. 80. Leipzig 1870.
AUSTIN . . .	Aust	614	AH	1868	Catalogue III. Catalogue of stars in Right Ascension observed during the years 1867 and 1868 with the Transit Circle of Harvard College Observatory. Annals of the Astr. Obs. of H. C. vol. X., pag. 230.
Leiden [1]) . .	Leid	57	DF	1870	Mittlere Deklinationen von 57 Fundamentalsternen abgeleitet aus Leidener Meridiankreisbeobachtungen in den Jahren 1864–68 A. N. 1902. Diese bilden nur einen Theil des in Band I gedruckten Materials.
Leiden [1]) . .	Leid	202	DH	1870	Mittlere Deklinationen der Gradmessungssterne für 1870. Annalen der Sternwarte in Leiden. Band II [125]. Haag 1870.
VALENTINER [1]) .	Leid	86	Vergleichssterne	1870	Beobachtungen am Meridiankreise der Leidener Sternwarte angestellt von den Herren Dr. W. VALENTINER und cand. E. F. VAN DE SANDE BAKKUYZEN A. N. 2029.
Melbourne . .	Mel_1	1227		1870	First Melbourne General-Catalogue of 1227 stars for the epoch 1870 deduced from observations extending from 1863 to 1870 made at the Melbourne Observatory. Melbourne 1874.
NEWCOMB . .	Newc	169	F	1870	Mean Positions for 1870.0 of stars of the American Ephemeris deduced from observations with the Transit Instrument and the Transit Circle during the years 1862—67. Washington Observations 1867. Append. III, pag. 41.

[1]) Eine zusammenfassende Bearbeitung der Leidener Sternwarte wird erfolgen.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Glasgow . . .	Gl	6415		1870	Catalogue of 6415 stars for the Epoch 1870 deduced from observations made at the Glasgow University Observatory during the years 1860 to 1881 by ROBERT GRANT. Glasgow 1883.
STRASSER . .	St	750		1870	Mittlere Oerter von Fixsternen bezogen auf das mittlere Aequinoctium 1870.0 abgeleitet aus den Beobachtungen der Sternwarte Kremsmünster. 1877.
ENGELMANN . .	Eng_2	202	D Gradmessungssterne	1870	Generalbericht der Europäischen Gradmessung 1871 Anhang III.
ROMBERG - MARCUSE	RbM	564	AF	1870	Ableitung der Rectascensionen der Sterne des Fundamentalcatalogs der Astronomischen Gesellschaft aus den von H. ROMBERG in den Jahren 1869 bis 1873 am grösseren Meridianinstrumente der Berliner Sternwarte angestellten Beobachtungen von Dr. A. MARCUSE. Berliner Beobachtungsergebnisse Heft 4. Berlin 1888.
RADCLIFFE . .	RC_3	—	—	1870	In Arbeit. Dritter RADCLIFFE-Catalogue, die Beobachtungen von 1862 bis 1879 zusammenfassend.
Washington . .	WaF	—	AF DF	1866—75 1866—87	Corrections to the (right ascensions and) northpolar distances of the American Ephemeris given by individual observations of stars with the Transit Circle. Washington observations for 1866 – (1875 —) 1887.
Bonn	Bo_{67-74}	ca. 400	bewegte Sterne	1867—74	Untersuchungen über neue Sterne mit Eigenbewegungen nach älteren und den auf der Bonner Sternwarte angestellten Beobachtungen von Dr. F. W. A. ARGELANDER. Fortsetzung zu Bonn Bd. 7. Als Manuscript gedruckt. Bonn 1875. Hier finden sich am Schlusse der Tabelle für jeden Stern die BonnerBeobachtungen angeführt und zwar von TIELE (Te) 1867 — 1871, ARGELANDER (Bonn) 1871 73, ANDRIES 1874 und SEELIGER 1874.
Pulkowa . . .	Pu_{71}	203	AH sog. Zusatzsterne	1871	Zum Zwecke des Fundamentalcatalogs angestellte Beobachtungen in Observations de Poulkova. Vol. VII, Sect. II. Catalog in V. A. G. Bd. IX, pag. 83 und in Publication der Astronomischen Gesellschaft XIV, pag. 21—25.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Nine-year-Catalogue	9 y	2263	H und S_9	1872	Nine-year-Catalogue of 2263 stars deduced from observations extending from 1868 to 1876 made at the Royal Observatory Greenwich. Greenwich Obs. 1876. App. I.
Becker . . .	Be	521	H	1875	Resultate aus Beobachtungen von 521 Bradley'schen Sternen am grossen Berliner Meridiankreis von Dr. E. Becker. Beobachtungsergebnisse der Kgl. Sternwarte zu Berlin. Heft 1.
Armagh . . .	Arm_2	3300	meist Lalande'sche Sterne	1875	Second Armagh Catalogue of 3300 stars for the epoch 1875 deduced from observations made at the Armagh Observatory during the years 1859 to 1883 under the direction of the late F. G. Robinson. Dublin 1886.
Rogers . . .	Rog	1213	H	1875	Catalogue of 1213 stars observed at the Astronomical Observatory of Harvard College . . . by William A. Rogers. Extracted from volume XV. of the Annals. Cambridge 1884.
Romberg . . .	Romb	5634	S_9	1875	Catalog von 5634 Sternen für die Epoche 1875.0 aus den Beobachtungen am Pulkowaer Meridiankreise während der Jahre 1874—1880. (Supplement III. aux Observations de Poulkova.) St. Petersbourg 1891.
Madras General-Catalogue	Pgs	5303	meist südl. Sterne	1875	New Madras General Catalogue of 5303 stars for the epoch 1875.0. Results of observations of the fixed stars made with the Madras Meridian Circle. Vol. IX. General Catalogue. Madras 1899.
Respighi . . .	Re_1	1463	D + 20° bis + 64°	1875	Catalogo delle declinazioni medie pel 1875.0 di 1463 stelle comprese fra i paralleli 20° e 64° nord . . . dal prof. L. Respighi. Roma 1880. Reale Accademia dei Lincei Anno CCLXXVII.
Eastman . . .	Ea	5151	H und S_{12}	1875	The Second Washington Catalogue of stars together with the annual results upon which it is based . . . reduced to the epoch 1875.0. Washington Observations for 1892. Appendix I. Washington 1898.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
COPELAND und BÖRGEN	CB	6595	S_9 z 0° bis —2°	1875	Mittlere Oerter der in den Zonen —0° und —1° der Bonner Durchmusterung enthaltenen Sterne bis zu 9m·0 Grösse beobachtet und auf 1875.0 reducirt. Astronomische Mitteilungen der Göttinger Sternwarte. I. Theil. Göttingen 1869.
DREYER . . .	Du_1	321	rothe Sterne	1875	Mean Places of 321 red stars deduced from observations made with the Meridian Circle at Dunsink by DREYER and COPELAND. Astr. Observations and Researches made at Dunsink part IV. pag. 77. Dublin 1882.
$Paris_3$ . . .	Par_3	23349 bis 18^h	S_9 z	1875	Catalogue de l'Observatoire de Paris. Etoiles observées aux Instruments Méridiens de 1837 à 1881. tome I—III, 0^h—17^h. Paris 1887, 1891, 1896. [1])
GOULD General-Catalogue	GCG	32448	$S_{9\frac{1}{4}}$	1875	Catálogo general Argentino. Resultados del Obs. Nacional Argentino en Cordoba. Vol. XIV. Cordoba 1886.
GOULD Zonen-catalog	ZCG	73160	$S_{9\frac{1}{4}}$ z	1875	Catálogo de las zonas estrelares. Resultados del Observatorio Nacional Argentino Vol. VII and VIII. Cordoba 1884.
CORDOBA Durchmusterung	CD	340215	S_{10} z —22° bis —41°	1875	Cordoba Durchmusterung, brightness and position of every fixed star down to the tenth magnitude. Results of the National Argentine Observatory Vol. XIII. and XV. Wird nach Süden fortgesetzt.
Photographische Durchmusterung	PD	152598 158053 —	part I —18° bis —37°, part II —38° bis —52°, part III —53° bis —89°	1875	The Cape photographic Durchmusterung for the equinox 1875 by DAVID GILL and J. C. KAPTEYN. Annals of the Cape Observatory. Vol. III. —18° bis —37°. London 1896. Vol. IV. —38° bis —52°. London 1897. Vol. V. —53° bis —89°. London —.
GYLDEN . . .	Gy	—	Circumpolarsterne des B. A. C.	1875	In den Bänden der Astronomiska Jakttagelser och Undersökninger anstälda på Stockholms Observatorium utgifna af Hugo Gyldén sind bereits nach A. R. und Dekl. getrennte Jahrescataloge für 1875.0 dieser in den Jahren 1874—1880 angestellten Beobachtungen gegeben.

[1]) tome IV, 18^h—23^h steht noch aus.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Astronomische Gesellschaft I. Abth.	AG	—	S_9 1 —2° bis +80°	1875	Catalog der Astronomischen Gesellschaft. Erste Abteilung. Catalog der Sterne bis zur neunten Grösse zwischen 80° nördlicher und 2° südlicher Deklination für das Aequinoctium 1875.
I Stück . .	AG Kas.	4281 + 24	74° 40′ bis 80° 20′	1875	Kasan. 1898.
II „ . .	AG Dorp.	—	69° bis 76°	1875	Erst die Zonen in Dorpater Beob. Band 17—20 publicirt.
III „ . .	AG Christ.	3949	64° 50′ bis 70° 10′	1875	Christiania. 1890.
IV „ . .	AG Hels.	14680	54° 55′ bis 65° 10′	1875	Helsingfors und Gotha. 1890.
V „ . .	AG Camb. U. S.	8627	49° 50′ bis 55° 10′	1875	Harvard College. Cambridge Mass. 1892.
VI „ . .	AG Bonn	18457	39° 50′ bis 50° 10′	1875	Bonn. 1894.
VII „ . .	AG Lund	—	34° 50′ bis 40° 10′	1875	Im Druck. Zonen in Observations des étoiles de la zone ect. tome I—II. Lund 1896, 1895. Resultate in tome III. Lund 1900 publicirt.
VIII „ . .	AG Leid.	10239	29° 50′ bis 35° 10′	1875	Leiden. 1900.
IX „ . .	AG Camb. E.	14441	24° 15′ bis 30° 57′	1875	Cambridge Engl. 1897.
X „ . .	AG Berl. B	9208	20°0′ bis 25°10′	1875	Berlin nördlicher Theil. 1895.
XI „ . .	AG Berl. A	9789 +372[1]	14° 50′ bis 20° 10′	1875	„ südlicher Theil. 1896.
XII „ . .	AG Leip. I	9547 + 125	10°0′ bis 15°15′	1875	Leipzig nördlicher Theil. 1900.
XIII „ . .	AG Leip. II	11875 + 910	4°42′ bis 10°0′	1875	„ südlicher Theil. 1899.
XIV „ . .	AG Alb.	8241	0°50′ bis 5°10′	1875	Albany. 1890.
XV „ . .	AG Nic.	5954	— 2° 10′ bis + 1° 10′	1875	Nicolajew. 1900.
Contarino ed Angelitti	Nap	20	Lalande'sche Sterne A	1879	Sulla determinazione delle ascensioni rette delle stelle in zona. Rendiconti della R. Accad. di Napoli, Marzo—Aprilo 1880, auch Capodimonte lavori 1863—85. No. 23.
Cape . . .	Cp_{80}	12441	meist Lacaille's Sterne S_7 und diese vollständig	1880	Catalogue of 12441 stars for the epoch 1880 from observations made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope during the years 1871 to 1879. London 1881.

[1]) Ausserdem auf pag. (150) der Einleitung: Verzeichniss der im Catalog fehlenden nach dem Programm zu beobachtenden Sterne. (39) Nummern.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequi-noc-tium	Genauer Titel
Ten-year-Catalogue	10 y	4059	H und S_9	1880	Ten-year-Catalogue of 4059 stars deduced from observations extending from 1877 to 1886 at the Royal Observatory, Greenwich, under the direction of W. H M. Christie, reduced to the epoch 1880.0. London 1889. (Greenwich observations 1887 Appendix II.)
Rio de Janeiro	Rio	623	A — 22° 22′ bis — 23° 28′ z	1880	Catalogue des Ascensions droites des étoiles de la zone zenithale pour 1880.0. Annales de l'Observatoire Impérial de Rio de Janeiro, tome II. pag. CXXXIII. Rio 1883.
Sydney . . .	Sy_3	—	H und S_9	1880	Generalcatalog, der aus 5 Jahrescatalogen für 1877—1881, in Results of Astronomical Observations made at the Sydney Observatory, N. S. W. in the years 1877, 1878, 1879, 1880 and 1881 noch abzuleiten ist.
De Ball . .	$Ball_1$	200	D + 49° bis + 51°	1880	Deklinationen von 200 Sternen innerhalb der Zone + 49° bis + 51°, nach Beobachtungen im ersten Vertical am Passageninstrumente der Herzogl. Sternwarte zu Gotha. A. N. 2423—24.
Melbourne . .	Mel_3	1211	H und S_9	1880	Second Melbourne General-Catalogue of 1211 stars for the epoch 1880, deduced from Observations extending from 1871.0 to 1884.7 made at the Melbourne Observatory under the direction of R. L. J. Ellery, reduced and prepared for publication by E. J. White. Melbourne 1889.
Respighi . . .	Re_2	1004	D 0° bis + 20° und + 64 bis 90°	1880	Catalogo delle declinazioni medie pel 1880.0 di 1004 stelle comprese fra 0° e 20° nord, 64° e 90° nord compilato sulle osservazioni fatte al circolo meridiano del R. Osservatorio del Campidoglio negli anni 1879, 1880 e 1881. Reale Accad. dei Lincei anno CCLXXXII. Roma 1885.
Respighi . . .	Re_3	67	D + 20° bis + 64°	1880	Declinazioni medie pel 1880.0 di 67 stelle dai paralleli 20° e 64° nord, da aggiungere a quelle del Catalogo delle 1463 stelle publicato nel 1880. Anhang zu dem Catalog für 1875, der pag. 498 erwähnt ist.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
SCHAEBERLE-COMSTOCK	SC	195	H	1880	A Catalogue of 195 stars for 1880. Reduced by Mr. G. C. COMSTOCK of the Washburn Observatory from Observations by Mr. I. M. SCHAEBERLE of the Detroit Observatory of Ann. Arbor. Publications of the Washburn Observatory of the University of Wisconsin. Vol. I, pag. 39. Madison 1882.
KOWALCZYK . .	War	—	— 1° 50′ bis — 7° 10′ z	1880	Observations faites au cercle meridien de Varsovie. Publiées ect. par J. WOSTOKOFF, première partie. Varsovie 1892. Mittlere Oerter, noch nicht in Catalogform gebracht.
München . . .	$Mü_1$	33082	S_{10} + 27° bis — 33° z	1880	SEELIGER und BAUSCHINGER. Erstes Münchener Sternverzeichniss enthaltend die mittleren Oerter von 33082 Sternen. München 1890. (Neue Annalen der K. Sternwarte in Bogenhausen bei München Band I.)
München . . .	$Mü_2$	13200	S_{10} + 27° bis — 33°	1880	BAUSCHINGER. Zweites Münchener Sternverzeichniss enthaltend die mittleren Oerter von 13200 Sternen für das Aequinoctium 1880. München 1891. (Neue Annalen der K. Sternwarte in Bogenhausen bei München Band II.)
FABRITIUS . .	Fab	—	Circumpolarsterne über 84°	1880	Catalog, der die in den Annalen der Sternwarte Kiew, Vol. I—IV, in Form von scheinbaren Oertern mitgetheilten, von FABRITIUS dort 1876 bis 1882 angestellten Beobachtungen in der Nachbarschaft des Nordpols enthalten soll.
SOCOLOFF und BELOPOLSKI	SB	—	S8·5 mit. E. B.	1880	Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées sous la rédaction du Prof. Dr. TH. BREDICHIN. Vol. V, 2. livraison, pag. 96 und Vol. VI, 1. livraison, pag. 1, finden sich Beobachtungen der 250 ARGELANDER-schen bewegten Sterne, soweit diese über $8^m·5$ und — 25° Dekl. waren und ihre Bewegung 0″·4 jährlich überstieg, aus dem Jahre 1878 in Form von scheinbaren Oertern, die noch der Catalogisirung harren.
NYRÉN . . .	Ny	24	D + 58° 29′ bis 59° 37′	1881	L'Aberration des étoiles fixes par MAGNUS NYRÉN. Mémoires de l'Academie impériale des sciences de St. Petersbourg, VII. série, tome XXXI, No. 9, pag. 11. St. Petersbourg 1883.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Cordoba . .	Cord	1074 1373 179 944	südliche Sterne	1881 1882 1883 1884	Resultados del Observatorio Nacional Argentino en Cordoba durante la direccion del Dr. BENJAMIN A. GOULD. Revisados y publicados por el director JUAN M. THOME. Vol. XV. Buenos Aïres 1896. 1) Catálogo de las posiciones medias observadas, pag. 55, 140, 181, 232 [1]).
Cordoba . . .	Cord	52 51 45 49	nördliche Zeitsterne	1881 1882 1883 1884	2) Posiciones medias de Estrellas boreales, pag. 75, 165, 185, 250 [1]).
Washburn . .	Tat	16	DH	1883	Publications of the Washburn Observatory of the University of Wisconsin. Vol. II, Madison 1884, pag. 93. VI. Results of individual observations with the meridian circle from 1883 July to Dec. 30, by Mr. JOHN TATLOCK jr.
Washburn . .	Mad_1	575	H	1884 1885	Washburn publications. Vol. IV. Madison 1886, pag. 77. VII. Results of Meridian circle observations in the years 1884 und 1885 at the Washburn Observatory. Beobachtungen von HOLDEN, COMSTOCK, UPDEGRAFF.
Washburn . .	Mad_2	100	H 5^h-11^h	1885	Appendix des vorigen, pag. 12*, Beobachtungen von UPDEGRAFF.
Cape	Cp_{85}	1713	H und S_9	1885	Catalogue of 1713 stars for the epoch 1885 from observations made at the Royal Observatory Cape of Good Hope. London 1884.
Cape	Cp_{85} P	104	südl. v. $-76°$	1885	A Catalogue of southern circumpolar stars for 1885.0 from observations made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope, during the years 1881—1888. Appendix I des vorstehenden.
ROGERS . . .	Rog_3	311	F	1885	Corrections to the Positions of Publication XIV as derived from the observations made during the years 1883—86. Annals of Harv. Coll. Vol. XV. part 1. pag. 67—81.
„	Rog H	25		1885	Separate Results in Right Ascension and Declination of the List of stars observed for the determination of Heliometer Constants for the epoch 1885.0. Annals of Harv. Coll. Vol. XV. part 1. pag. 65, 66.

[1]) durch nachfolgenden Generalcatalog zu ersetzen.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
KÜSTNER . . .	$Kü_1$	670	S_{10}	1885	Resultate aus Beobachtungen von 670 Sternen angestellt in den Jahren 1885 und 1886 am grossen Berliner Meridiankreise von Dr. F. KÜSTNER. Berlin 1887. Beobachtungsergebnisse der Kgl. Sternwarte zu Berlin. Heft 2.
SAFFORD . . .	Sa W	261	A über 70°	1885	The WILLIAMS College Catalogue of North Polar stars, Right Ascensions for 1885.0 by TRUMAN HENRY SAFFORD. Williamstown Mass. 1888.
RAMBAUT . . .	Du_2	1012	−3° bis −22° S_{10}	1885	Mean Places of 1012 southern stars and a few others deduced from observations made with the meridian circle at Dunsink. Astr. Obs. and Researches made at Dunsink, part VI. Dublin 1887.
Kasan . . .	Ka	202	D +54° 30′ bis 55° 47′	1885	Kasaner Zenithsterne, Veröffentlichung der Kasaner Sternwarte in russischer Sprache 1893.
BECKER-HARZER	G	375	Sterne in TOBIAS MAYER aber nicht in BRADLEY	1885	Resultate aus Beobachtungen am Meridiankreise der Herzogl. Sternwarte zu Gotha mitgetheilt von PAUL HARZER A. N 3035.
Pulkowa . . .	Pu_1	404	DF	1885	Declinaisons moyennes des étoiles principales pour l'époque 1885. Extrait du Vol. I, série II, des Publications de l'Observatoire Central Nicolas. St. Petersbourg 1893.
Pulkowa . . .	Pu_1 occ	57	DS_{85}	1885	Declinaisons moyennes des étoiles observées occasionnellement. Publications de l'Observatoire Central Nicolas. Serie II, Vol. I, pag. 24. St. Petersbourg 1893.
Pulkowa . . .	Pu_3	382	AF	1885	Ascensions droites moyennes des étoiles principales pour l'époque 1885.0 deduites par A. Sokolov. ect. Extrait du Volume III, série II, des Publications de l'Observatoire Central Nicolas. St. Petersbourg 1898.
PORTER . . .	Ci Z	4050	S_{95} z −18° 50′ bis −22° 20′	1885	Zone Catalogue of 4050 stars for the epoch 1885 observed with the three-inch transit of the Cincinnati Observatory by J. G. PORTER. Publications of the Cincinnati Observatory 9. Cincinnati 1887.
Wien	Wi	—	0° bis −10° z	1885	Eine Neubeobachtung der SANTINIschen Zonen auf der Wiener Sternwarte erscheint bald. Vgl. V. A. G. 1898, pag. 254.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Strassburg . .	Stb_1	254		1885	Annalen der Kaiserlichen Universitäts-Sternwarte in Strassburg. Herausgegeben von dem Director der Sternwarte E. Becker. 2. Band. Karlsruhe 1899. I. Catalog von 254 Sternen für das Aequinoctium 1885 nach den Beobachtungen in den Jahren 1882 bis 1883, pag. (149).
„	Stb_2	858		1885	II. Catalog von 858 Sternen für das Aequinoctium 1885 nach Beobachtungen in den Jahren 1884 bis 1888, pag. (157).
„	Stb. F	368	F	—	III. Catalog von Correctionen von 368 Fundamentalsternen nach Beobachtungen in den Jahren 1884 bis 1888, pag. (177).
Luther W. . .	Lu	636	S9·5	1885	Catalog von 636 Sternen nach Beobachtungen am Meridiankreise der Hamburger Sternwarte Mittheilungen der Hamburger Sternwarte No. 4. Hamburg 1898.
Washburn . .	UL_{86}	106	DH	1886	Publications of the Washburn Observatory of the University of Wisconsin, Vol. V, pag. 80. Madison 1887. Beobachtungen von Mr. Updegraff and Miss Lamb.
Loewy . . .	Loe	520 55 15	S9·5	1886 1896 1906	Catalogue des étoiles de culmination lunaire. Corrections déduites des observations faites de 1869 à 1881. Annales du bureau des Longitudes. Tome quatrième, pag. 77. Paris 1890. Zunächst wird ein kompilirter Catalog von Mond- und Polsternen mitgetheilt und dann die Verbesserungen, welche die Beobachtungen auf Längenstationen dafür gegeben haben.
de Ball . . .	$Ball_3$	382	$S_9 + 2°$	1887	Catalogue de 382 étoiles faibles de la zone B. D. +2° observées a l'institut astronomique de Liège de 1886 à 1889 et réduites a l'équinoxe moyen 1887.0. Bruxelles 1890.
Washburn . .	UL_{87}	43	D meist H $10^h - 13^h$	1887	Washburn Observations Vol. V. pag. 14*.
„	UL_{87}	55	DH 3^h—18^h	1887	Washburn observations, Vol. VI, pag. 5.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Grant . . .	Gl_2	2156	H und S_9	1890	Second Glasgow-Catalogue of 2156 stars for the epoch 1890 deduced from observations made at the Glasgow University Observatory, during the years 1886 to 1892 . . . . by Robert Grant. Glasgow 1892.
Five-year-Catalogue	5 y	258	F	1890	Five-year-Catalogue of 258 fundamental stars, deduced from observations extending from 1887 to 1891 ect. London 1893.
New ten-year-Catalogue	N 10*y*	—	H	1890	In Vorbereitung; enthält die Greenwicher Beobachtungen von 1887 bis 1896 und ersetzt dann den five-year-Catalogue.
Hilfiker . .	Hi	273	A, Zodiacal-Sterne	1890	Catalogue d'étoiles lunaires par le Dr. J. Hilfiker. Neuchatel 1891.
di Legge e Giacomelli	LG	2483	A H	1890	Catalogo delle ascensioni rette medie pel 1890. o di . . . osservate al circolo meridiano del R. Ossservatorio del Campidoglio negli anni 1885—90 da A. di Legge e F. Giacomelli. Roma 1894. R. Accad. dei Lincei anno CCXCI.
Rambaut . .	Du_2	717		1890	Mean places of 717 stars deduced from observations made with the meridian circle at Dunsink. Astr. Obs. and Researches made at Dunsink. Seventh part. Dublin 1896.
Washburn . .	Wash F	622	F	—	Washburn Publ., Vol. VIII, pag. 279. Madison 1892. Resulting Corrections to the Starplaces of the Berliner Jahrbuch. Observations from 1888 to 1890.
Porter . .	Ci_1	2000	meist bewegte Sterne	1890	A Catalogue of 2000 stars observed by J. Porter. Publication of the Cincinnati Observatory. No. 13. Cincinnati 1893.
Radcliffe . .	R C St [1])	6424	meist in 0° bis — 25°	1890	Catalogue of 6424 stars for the epoch 1890, formed from observations made at the Radcliffe Observatory, Oxford, during the years 1880—93 under the superintendence of Edward J. Stone. Oxford 1894.

[1]) Der Catalog kann nicht RC_3 bezeichnet werden, obwohl er in der Reihenfolge des Erscheinens der dritte ist, weil eben zwischen 1860 und 1890 noch für 1875 ein Catalog zu erwarten ist.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Wilson . . .	Wils	644	S9·5	1890	Catalogue of 644 Comparison stars, observed with the Repsold Meridian Circle during the years 1887 to 1889, Carleton College Publ. I. Northfield 1890.
Cape	Cp_{90}	3007		1890	A Catalogue of 3007 stars for the equinox 1890.0 from observations made at the Royal Observatory Cape of Good Hope during the years 1885 to 1895 under the direction of David Gill. London 1898.
Küstner . . .	$Kü_2$	539	F	1890	Generalcatalog im Manuskript fertig. Nahe definitiv sind die Resultate desselben publiziert in »Ergebnisse der 1886—1891 am grossen Meridiankreise der Berliner Sternwarte angestellten Beobachtungen der Jahrbuchsterne«. A. N. 3392—93.
Palisa und Bidschof	Kf	1238	S	1890	Catalog von 1238 Sternen auf Grund der in den Bänden I u. II der Publicationen der v. Kuffner'schen Sternwarte in Wien (Ottakring) enthaltenen Meridiankreisbeobachtungen ausgearbeitet und auf das Aequinoctium 1890.0 bezogen. Wien. Denkschr. Math. Cl. LXVII, pag. 785.
Valentiner . .	Val	ca 3000	S_3 z 0° bis —8°	1890	Nahe fertiger Catalog der in den Bänden 1, 2, 4 u. 5 der Karlsruher Sternwarte niedergelegten Zonenbeobachtungen. Karlsruhe 1884, 1886, 1892, 1896.
Millosevich-Cerulli	Mi C	—	S9·1—9·5 z —21°, —22°	1890	Bald zu erwartender Catalog aller Sterne der Grössen 9·1 bis 9·5 der SD in —21° und —22°.
Romberg . .	$Romb_2$	—	—	1890	Ein Catalog, die letzten 33000 Beobachtungen Romberg's umfassend, wird erscheinen in Vol. VII. de la nouvelle série des publications de l'Observatoire Central Nicolas. Die Beobachtungen sind in Vol. V und VI abgedruckt.
Bordeaux . .	Bord	—	A We-Sterne —15° bis —20°	1890	In den Bänden I—VIII der Annales de l'Observatoire de Bordeaux publiées par G. Rayet. Paris et Bordeaux 1885—1898 sind die scheinbaren Oerter der am Meridiankreise neu beobachteten A We-Sterne nebst der red. ad loc. app. mitgetheilt.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
RIEWSKY . . .	Rie	ca. 200	S_9 mit EB	1890	In Annales de l'Observatoire de Moscou publiées sous la rédaction du Prof. Dr. W. CERASKI, deuxième série, Volume III, livraison 1, Moscou 1893 finden sich Beobachtungen von ca. 200 STUMPE'schen bewegten Sternen über $9^{m}\cdot0$ und nördl. von — 25° Dekl. mit Bewegung über 0″·5 aus dem Jahre 1891 in Form von scheinbaren Oertern, die noch der Catalogisirung harren.
Nizza	Ni	—	meist Σ Sterne	1890	Catalog, der die in tome III, IV und VI der Annales de l'Observatoire de Nice gegebenen scheinbaren Oerter der 1887 bis 1890 am Meridiankreise beobachteten Sterne zusammenfassen soll.
Besançon . .	Bes	—	H	1886 bis 1896	Université de Besançon. Observatoire astronomique, chronométrique et météorologique. Première à onzième bulletin astronomique. année 1886 bis 1896 enthalten die gemittelten Oerter der am Meridiankreise GAUTIER beobachteten Sterne.
WANACH . . .	Wa	25 A 88 D	H 58° 27′ bis 59° 37′	1891	Beobachtungen am Pulkowaer Passageninstrument im ersten Vertikal in den Jahren 1890 und 1891 nebst Ableitung der Polhöhenänderung von BERNHARD WANACH. Separataftryk of »Archiv for Mathematik og Naturvidenskab ect. Kristiania og Kjobenhavn. 16. Bind.«
Georgetown College	GP	161	A fast nur Jahrbuchsterne	1892	Georgetown College Observatory. Photographic Transits of hundred and sixty-one stars. Table III, pag. 163. Mean Corrections to Berlin Jahrbuch. Washington D. C. 1896.
India trigon. Survey	JTS			1892	Catalogue of Stars for 1892. 0 from observations by the great trigonometrical Survey of India 1893.
BAUSCHINGER .	Bau	116	DH	1892	Untersuchungen über die astronomische Refraction ect. von Dr. JULIUS BAUSCHINGER. Neue Annalen der K. Sternwarte in München, Band III. München 1898, pag. 210 und 211.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Morine . . .	Mor	115	A über 80°	1892	Ascensions droites moyennes de 115 étoiles circompolaires deduites pour l'époque 1893.0 des observations faites au cercle meridien de Poulkovo. Bulletin de l'acad Imp. des sciences de St. Petersbourg. V. série, tome VII, No. 1. Petersbourg 1897.
San Fernando .	SF_{92}	966	meist in —9°	1892	Catálogo de Posiciones medias de {966 / 1227} estrellas para 0ᵈ de Enero de {1892 / 1893}. Anales del Instituto y
dto.	SF_{93}	1227	"	1893	Observatorio de Marina de San Fernando ect. anno {1892 / 1893}, pag. {137 / 165}. San Fernando {1896 / 1899}[1].
Ditschenko .	Dit	123	über 80°	1893	Positions moyennes de 123 étoiles circompolaires. Bulletin de l'Acad. Imp. des sciences de St. Petersbourg V. série. tome IX, No. 3. Petersbourg 1898.
Washburn . .	Flint	153	AH	1893	Catalogue of Right Ascensions for 1893.0. By Albert S. Flint, Publications of the Washburn Observatory. Vol. IX, part 2, pag. 253. Madison 1896.
Nizza	NiH	560	AH	1893	Catalogue d'étoiles horaires. Annales de l'Observatoire de Nice ect. tome VI, D, pag. CLIV. Paris 1897.
dto.	NiP	15	A von Circumpolarsternen	1893	Catalogue d'étoiles circompolaires. Annales de l'Observatoire de Nice ect, tome VI, D, pag. CLXVIII. Paris 1897.
Battermann .	Btt	2019	HS_{16}	1895	Resultate aus Beobachtungen von 379 Anhaltsternen und 1640 durch Anschluss bestimmten Sternen, angestellt in den Jahren 1892—1897 am grossen Berliner Meridiankreise. Beobachtungsergebnisse der Königl. Sternw. in Berlin, Heft No. 8. Berlin.
Porter . . .	Ci_3	2030	meist bewegte Sterne	1895	A Catalogue of 2030 stars for the epoch 1895 with an appendix giving the derivation of proper motion for 971 stars. Publication of the Cincinnati Observatory 14. Cincinnati.

[1]) Generalcatalog wird folgen.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
MILLOSEVICH-PEYRA	Mi P	2491	S 9·1 – 9·5 z — 20°	1895	Catalogo di 2491 stelle australi di 9·1, 9·2, 9·3, 9·4, 9·5 . . . . . Estratto dalle Memorie del R. Osservatorio del Collegio Romano publicate per cura del direttore P. TACCHINI. Modena 1896.
dto.	Mi P App	88	S <9·1 u. S> 9·5 — 20°	1895	Stelle fuori programma. Seite 103 des eben citirten Werkes.
NYRÉN . . .	Ny P	135	D circumpolar	1895	Declinaisons moyennes de 135 étoiles circompolaires pour l'époque 1895.0.
TUCKER . . .	Tu	310	F	1895	Observed Places of 310 Ephemeris-stars. Astronomical Journal No. 408. Boston 1897.
Toulouse . . .	Tou	ca. 3700	—	1895	Bald erscheinender Catalog von SAINT-BLANCAT. Vgl. Annales de l'Observatoire de Toulouse, tome III, pag. XII.
ANTONIAZZI e VIARO	A V	21	H 17—21^h	1897	Publicazioni del R. Instituto di studi superiori . . . . . R. Osservatorio di Arcetri, Fascicolo No. 8, pag. 44. Tab. IV. Firenze 1898.
VIARO	Viaro	22	S_2	1897	Appendice di B. Viaro, pag. 51 d. vorig.
„	$Viaro_2$	43	19^h—10^h	1898	Osservazioni astronomiche fatte a piccolo meridiano di Arcetri da BORTOLO VIARO. R. Osservatorio di Arcetri. Fasc. No. 11, pag. 27. Firenze 1899.
SCHORR und SCHELLER	SS	337	S_9 z + 79° 50′ bis 81° 10′	1899 1900	Zonenbeobachtungen der Sterne bis zur neunten Grösse zwischen 79° 50′ und 81° 10′ nördlicher Deklination 1855 am Meridiankreise der Hamburger Sternwarte angestellt von Dr. R. SCHORR und Dr. A. SCHELLER. Mittheilungen der Hamburger Sternwarte No. 6. Hamburg 1900.
WIRTZ . . .	Wz	487	D + 47° 25′ bis 50° 44′	1900	Mittlere Deklinationen von 487 Sternen für das Aequinoctium 1900.0 und Vergleichungen derselben mit anderen Catalogen. Veröffentl. der Kgl. Sternw. zu Bonn Heft 3, pag. 43. Bonn 1898.
KÜSTNER . . .	$Kü B_1$	4070	S 0° bis + 18°	1900	Veröffentlichungen der Königlichen Sternwarte zu Bonn, herausgegeben vom Director FRIEDRICH KÜSTNER. Heft 4. Bonn 1900[1].

[1]) Noch 2 Cataloge von 18—36° und 36—51° sind aus diesen Bonner Beobachtungen zu erwarten, denen ein Generalcatalog folgen wird.

Autor	Abkz.	Zahl der Numm.	Inhalt	Aequinoctium	Genauer Titel
Rambaut . .	Du_4	1101		1900	Mean Places of 1101 stars deduced from observations made with the Meridian Circle at Dunsink. Astr. Obs. and Researches made at Dunsink, eighth part. Dublin 1899.
Hongkong . .	Hg	810	A 18^h-5^h	1900	Mean Right-Ascensions of southern stars observed at the Hongkong Observatory in the year 1898. Observations and researches made at the Hongkong Observatory in the year 1898 by W. Doberck, Director, pag. 111. Hongkong 1899.
Greenwich . .	—y	—	—	1900	Neuer Greenwich-Catalogue für 1900 im Entstehen, dem die Jahrescataloge von 1897 an Nahrung geben sollen, welche bereits auf 1900.0 reduciert sind.
Astronomische Gesellschaft II. Abth.	A. G.	—	— 2° bis — 23°	1900	Fortsetzung der A. G. Zonen im Bereiche der S. D. und zwar wird beobachtet [1]):
I. Stück	A. G. Str	—	— 1° 50′ bis — 6° 10′	1900	in Strassburg,
II. „	A. G. Ott	—	— 5° 50′ bis — 10° 10′	1900	in Wien — Ottakring. Die Zonen sind im 3.—5. Bande der Publikationen der v. Kuffner'schen Sternwarte bereits vollständig publicirt.
III. „	A. G. $Camb_2$	—	— 9° 50′ bis — 14° 10′	1900	in Cambridge U. S.,
IV. „	A. G. Wash	—	— 13° 50′ bis — 18° 10′	1900	in Washington,
V. „	A. G. Alg	—	— 17° 50′ bis — 23° 10′	1900	in Algier.

Nachtrag: Zu Str_3 ist zu bemerken, dass 71 der Sterne, die er enthalten würde, nämlich die helleren von weniger als 10° N. P. D. von Lefavour in Monthly Notices Vol. XLII, pag. 423 catalogisirt sind. Ferner findet sich in Monthly Notices Vol. IV, pag. 143, ein Catalog von Snow für 1825, Rectascensionen von 125 in Ashurst beobachteten Sternen enthaltend. Ueber Cataloge, die von der Berliner und Pulcowaer Sternwarte in nächster Zeit zu erwarten sind, vergl. in V. A. G. 35. Jahrgang, 2. Heft die betr. Jahresberichte.

Berichtigung: Auf pag. 493 ist beim Second Radcliffe Catalogue für 1860 versehentlich die dem Radcliffe Catalogue für 1845 zukommende Inhaltsangabe abgedruckt; lies unter Inhalt: H und S_9.

Zum Schlusse folgt hier eine alphabetische Uebersicht über die für Sterncataloge gebräuchlichen Abkürzungen, welche bei Citaten die Auffindung des citirten Cataloges durch das beigesetzte Aequinoctium zu erleichtern bestimmt ist.

[1]) Ueber den Stand der Arbeit vergl. V. A. G., 35. Jahrgang, viertes Heft.

Alphabetisches Verzeichniss der Abkürzungen für Sterncataloge.

Abkz.	Aequ.	Abkz.	Aequ.	Abkz.	Aequ.	Abkz.	Aequ.	Abkz.	Aequ.
A G	1875	Ci$_1$	1890	Jac P	1850	Nap	1879	Rog	1875
A G	1900	Ci$_2$	1895	Jac S	1850	Newc	1870	Rog$_2$	1885
A Oe	1842	CiZ	1885	Jac$_2$	1855	Ni	1800	Rog H	1885
Arg	1830	Cord	1881–84	J S H	1830	Ni H	1893	Romb	1875
Arm$_2$	1875	Cp Z	1845	J S H Int	1830	Ni P	1893	Romb$_2$	1900
Aust	1868	Cp$_{40}$	1840	J T S	1892	Ny	1881	Rü	1836
A V	1897	Cp$_{50}$	1850	Ka	1885	Ny P	1895	Rü	1850
A We	1850	Cp$_{60}$	1860	Kam$_1$	1855	Oe Bi	1860	Sa	1851
B	1815	Cp$_{65}$	1865	Kam$_2$	1855	Oom	1862	Sa C	1865
Ba$_1$	1805	Cp$_{80}$	1880	Kbg	1850	Or$_1$	1811	Sa W	1885
Ba$_2$	1805	Cp$_{85}$	1885	Kbg C.	1860	Or$_2$	1811	San$_1$	1840
Ba$_3$	1805	Cp$_{85}$P	1885	Kbg P	1820	Ou	1849	San$_2$	1840
Ba$_4$	1810	Cp$_{90}$	1890	Kbg Zod	1830	Ox$_2$	1825	San$_3$	1860
Ball$_1$	1880	Crl	1837	Kf	1890	Par$_1$	1845	San$_4$	1860
Ball$_2$	1887	D'Ag	1800	Kl	1890	Par$_2$	1860	San$_5$	1860
Bau	1892	Dit	1802	Km	1819	Par$_3$	1875	S B	1880
B D	1855	Dorp	1855	Ko	1838	P D	1875	S C	1880
Be	1875	Dr	1855	Kü$_1$	1885	Pea	1830	Schw	1828
Bes	1890	Drb	1850–51	Kü$_2$	1890	Pgs	1875	S D	1855
B Fund I	1815	Drb C	1853	Kü B$_1$	1900	Pi	1800	S F$_{92}$	1892
B Fund II	1820	Du$_1$	1875	Lac$_1$	1750	Pl	1825	S F$_{93}$	1893
B Fund III	1825	Du$_2$	1885	Lac$_2$	1750	Po	1830	Sj	1865
B Gem	1820	Du$_3$	1890	Lal	1800	Po A	1815	Snow	1825
Bi$_{28}$	1828	Du$_4$	1900	Lam$_1$	1835	Po Ol	1822	So	1825
Bi$_{40}$	1840	Ea	1875	Lam$_2$	1850	Po$_{13}$	1813	S S	1899/1900
B Lu	1843	Ed	1840	L Bo	1800	Po$_{23}$	1823	St	1870
Bo VI	1850	Eng$_1$	1866	Lef	1820	Po$_{25}$	1825	Stb$_1$	1885
Bo VI	1855	Eng$_2$	1870	Leid	1870	Po$_{26}$	1826	Stb$_2$	1885
Bo$_{66}$	1866	Epps	1850	L G	1890	Po$_{33}$	1833	Stb F	1885
Bo$_{67-74}$	1867–74	Fa$_1$	1824	Loe	1886	Ptt	1827	Str$_1$	1815
Bord	1890	Fa$_2$	1830	Lu	1885	Pu$_1$	1845	Str$_2$	1814
Br	1755	Fair	1880	Mad$_1$	1884–85	Pu$_1$ occ	1845	Str$_3$	1825
Brb	1825	Fed	1790	Mad$_2$	1885	Pu M	1855	Strl	1844
Brb App	1825	Fed S	1790	Mail	1800	Pu M occ	1855	Str P M	1830
Bri$_{09}$	1809	Fl	1600	Mask$_1$	1770	Pu$_2$	1865	Sy$_1$	1859
Bri$_{13}$	1813	Flint	1893	Mask$_2$	1790	Pu$_2$ occ	1865	Sy$_2$	1860
Bri$_{24}$	1824	G	1885	Mask$_3$	1802	Pu$_3$	1885	Sy$_3$	1880
Brio	1820	G C G	1875	Mel	1847	Pu$_3$ occ	1885	Ta H	1850
Br Sect	1755	Ga	1820	Mel$_1$	1870	Pu$_{71}$	1871	Tat	1883
Btt	1805	Ge	1850	Mel$_2$	1880	Quet	1865	Tay	1835
Bu	1840	Gi Sj	1850	M H	1770	Quet F	1865	Tay$_2$	1845
Ca$_1$	1830	Gi Sj Z	1850	Mi C	1890	Rb M	1870	Tho	1850
Ca$_2$	1850	Gi W	1840	Mi P	1895	R C	1845	T M	1755
Cacc	1805	Gl	1870	Mi P App	1895	R C$_2$	1860	Tou	1893
Cal	1855	Gl$_2$	1800	Mkr	1842	R C$_3$	1875	Tu	1805
Carr	1855	G P	1802	Moe$_1$	1855	R C St	1890	U L$_{86}$	1886
Carr a-t	1855	Gr	1810	Moe$_2$	1860	Re$_1$	1875	U L$_{87}$	1887
Cass	1788	Gr	1875	Mont	1835	Re$_2$	1880	Ups	1865
C B	1875	Hen	1833	Mor	1892	Re$_3$	1880	Val	1890
C D	1875	Hg	1900	Mosk$_1$	1860	Rie	1890	V D	1855
Cg$_1$	1800	H	1800	Mü$_1$	1880	Rio	1880	Viaro	1897
Cg$_2$	1800	Ho	1785	Mü$_2$	1880	Rob	1840	Viaro$_2$	1898

Abkz.	Aequ.	Abkz.	Aequ.	Abkz.	Aequ.	Abkz.	Aequ.	Abkz.	Aequ.
Vid_1	1790	Wash F	1890	$W Mer_2$	1850	5y	1890	$12y_{II}$	1845
Vid_2	1790	Wg	1849	W Mu	1850	6y	1850	—y	1900
Vid_3	1799	WHa	1850	Wr	1830	7y	1860	Za_1	1800
W	1825	Wi	1885	WrS	1830	N7y	1864	Za_2	1800
W_1	1825	Wien	1829	Wr_2	1850	9y	1872	Za_3	1800
Wa	1891	Will	1860	WTr	1850	10y	1880	ZCG	1875
WaF	1866–87	Wils	1890	Wz	1900	N10y	1890		
War	1880	$W Mer_1$	1850	Ya	1860	$12y_I$	1840		

b) Sternkarten. Nachdem die Oerter der Fixsterne in den Sterncatalogen den Zustand des Himmels für eine bestimmte Epoche festgelegt hatten, war die Einzeichnung derselben in eine Karte nur ein weiterer Schritt, um dem Auge den Anblick des Firmaments darzustellen und für Beobachtungszwecke ein unentbehrliches Hilfsmittel zu schaffen. Bei den ältesten Sternkarten freilich ist der umgekehrte Weg wahrscheinlich; es ist anzunehmen, dass nach dem Anblick der Configurationen diese abgezeichnet wurden, ohne dass eine Bestimmung der Sternörter vorher stattgefunden, um so mehr, als den Alten die Sternbilder über die einzelnen Sterne gingen. Daher haben alle älteren Karten zunächst mehr oder weniger kunstvolle Darstellungen der Sternbilder, in welche dann die Sterne mehr nach dem Orte in der Figur, den ihnen Bezeichnungen wie: »am rechten Fusse des Orion, im linken Auge des Stieres« anweisen, als nach dem wahren Orte am Himmel eingetragen sind. Auch die Uranometrie von Bayer, »Uranometria, omnium Asterismorum continens schemata nova methodo delineata, Ulm 1603«, die ersten noch jetzt wichtigen Sternkarten, im ganzen 51 Blätter, legt grossen Werth auf die Configurationen. In diesen sind die einzelnen Sterne mit Buchstaben unterschieden und zwar zunächst den griechischen, wobei das Princip war, nach absteigender Helligkeit mit den Buchstaben fortzufahren, dann kam das lateinische Alphabet an die Reihe und bei den kleinsten Sternen des Sternbildes, wo Helligkeitsunterschiede nicht mehr entscheidend sein konnten, ging Bayer der Gruppirung dieser Sterne nach. Dagegen hat Flamsteed in seinem 27 Karten enthaltenden »Atlas coelestis«, der vielfach und zuletzt 1781 herausgegeben ist und im 18. Jahrhundert fast allein massgebend war, die einzelnen Sterne der Sternbilder numerirt, wesentlich mit der R. A. fortschreitend. Die noch heute übliche Bezeichnung eines Sternes z. B. als 83 Aquarii *h* bedeutet, dass Flamsteed dem Stern die Nummer 83, Bayer ihm den Buchstaben *h* im Sternbild des Wassermanns zugewiesen haben. Stellenweise tragen die Sternbezeichnungen auch die Zahl hinter dem Sternbild. Z. B. Cephei 246 bedeutet dann die Nummer des Sterns in dem Atlas und Sternverzeichnis von Bode's Uranographia, die für das Aequinoctium von 1801 gilt, und in welcher die Nummern ebenfalls nach steigender R. A. fortschreiten. Während aber Bayer und Flamsteed nur die dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne enthalten, ist Bode's Atlas vielmehr eine Zusammenstellung der Sterne aus allen bis damals erschienenen Catalogen, worüber auf pag. IV und V der Einleitung dazu mehr gesagt ist, er enthält also teleskopische Sterne und zwar beider Hemisphären, im ganzen 17240. Der hier noch zu erwähnende Atlas von Hevelius für 1690: »Firmamentum Sobiescianum sive Uranographia«, 54 Blätter, übertreibt die Darstellung der Figuren der Sternbilder in einer die Uebersichtlichkeit der Constellationen störenden Weise. Auch er numerirt die Sterne und die Unterscheidung von den Flamsteed'schen Zahlen wird dann durch ein beigefügtes H bewirkt z. B. 51 H. Cephei.

Wir können überhaupt die Sternkarten in drei Abtheilungen zerlegen, in solche, die die dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne darstellen zur Orientirung am Fixsternhimmel, in jene, welche die bei Kometen- und Planetenbeobachtungen als Fixpunkte benöthigten teleskopischen Fixsterne darstellen, also bis etwas über die neunte Grösse, und endlich in jene, welche zum Zwecke der Planetenentdeckung die schwächsten Sterne bis zur 12., 13. und 14. Grösse enthalten, denen sich zuletzt die photographische Himmelskarte als ein an Genauigkeit und Vollständigkeit unerreichtes Werk anschliessen wird.

Von den Karten der helleren Sterne musste die Neuzeit ausser einer schärferen Festlegung der Oerter, die ja keine Schwierigkeit bot, weil diese Sterne alle in guten Sterncatalogen vorkamen, eine genauere Bestimmung der Helligkeit verlangen, da diese Karten bei der Beobachtung von Veränderlichen, Meteoren, und zur Schätzung der Gesammthelligkeit von Kometen auch dem Laien Anhaltspunkte bieten müssen. Diesem Bedürfniss ist Argelander durch Herausgabe seiner »Uranometria nova«, Berlin 1843 und später Heis durch seinen »neuen Himmels-Atlas«, Köln 1872 entgegengekommen. Argelander giebt die Sterne in sechs ganzen Grössenklassen, bis zur 6ten (sowie die Nebelflecke und Sternhaufen), Heis hingegen alle Sterne, die sein äusserst scharfes Auge sah und dieses nahm stellenweise die siebente Grösse wahr. Beide haben die Grenzen der Sternbilder, ohne jedoch die störenden Darstellungen derselben mit aufzunehmen. Das gleiche leistet Behrmann's 1874 in Leipzig erschienener Atlas für den südlichen Himmel, während die beiden anderen nur bis zum 30. Parallel südlicher Deklination gehen. Vollständiger aber ist für den Südhimmel die »Uranometria Argentina«. In Band I der »Resultados del Observatorio Argentino en Cordoba« sind die genauen Grössenschätzungen niedergelegt, welche Gould in Cordoba, aber mit dem Fernrohr angestellt hat, um sicher vollständig die Grössen der südlichen Sterne klassisch zu registriren. Die Karten gehen denn auch thatsächlich bis zur 7. Grösse, geben also mehr, als selbst die durchsichtige Luft der Tropen für gewöhnlich zeigt. Sie erstrecken sich vom Südpol bis zum 10. südlichen Parallel und geben für die einzelnen Sternbilder Grenzlinien, die den Stunden- und Deklinationskreisen parallel verlaufen und so den Zweifel, zu welchem von 2 benachbarten Sternbildern ein Stern gehört, ausschliessen. Da die Grenzen der südlichen Sternbilder überhaupt nicht so scharf festgelegt waren, wie die der nördlichen, so ist diese Aenderung derselben um so dankenswerther. Beide Hemisphären nach den Grössenschätzungen eines **einzigen** Beobachters stellt dar die »Uranométrie générale par. J. C. Houzeau, Annales de l'Observatoire de Bruxelles, nouvelle série vol. I.« Dieser weitgereiste Astronom hat auf 5 Blättern 5719 Sterne bis zur $6\frac{1}{2}$. Grösse und namentlich auch von dem Verlauf der Milchstrasse die hellsten Stellen »points d'éclat maximum«, nach Ort und Helligkeit genau festgelegt.

Von den populären und billigeren Darstellungen des gestirnten Himmels erwähnen wir nur die auch dem Astronomen wichtigen klar und deutlich gestochenen »Tabulae caelestes, descripsit Ricardus Schurig, Leipzig«, die bis $6\frac{1}{2}$ Grösse mit Sonderung nach Drittelgrössen gehen nnd zugleich auf das beinahe noch moderne Aequinoctium 1885 bezogen sind.

Die Darstellungen der Sterne bis zur 6. oder 7. Grösse, wie sie die vorstehend citirten Karten geben, ist für viele Zwecke verwirrend, namentlich weil die schwächeren Sterne erst bei langem Hinsehen an den genauen Ort sich dem unbewaffneten Auge darbieten. Ja ein mittleres Auge dürfte selbst die Sterne 5. Grösse in dem dunstverschleierten Himmel, der sich über unsere Grossstädte

spannt, bisweilen schwer erkennen. Zur Orientirung des Laien über die Sternbilder sind daher die Sternkarten mit drehbarem, nach der Beobachtungszeit einstellbarem Horizont sehr geeignet, die nur die Sterne bis 3. oder 4. Grösse enthalten und diese gleichzeitig in der augenblicklich stattfindenden Orientirung gegen den Horizont zeigen. Für die Einzeichnung von Meteorbahnen, Nordlichtern etc. dienen die ROHRBACH'schen Karten[1]), die die Sphäre auf die 12 Flächen des einschliessenden Dodekaeders projiziren und jedes Netzwerk von Gradstrichen und jede Bezeichnung der Sterne vermeiden, die bei der Vergleichung mit dem Himmel zunächst störend wirken, und nur am Rande der Karten die auf ihr vorkommenden Sternbilder nennen und so die nachträgliche Identifizirung der Sterne ermöglichen. Ferner hat PANNEKOEK als Beilage zu Aufsätzen über die Helligkeitsvertheilung in der Milchstrasse Karten publicirt, welche die Sterne bis zu 25° galaktocentrischer Breite und bis zur 6½. Grösse enthalten, ohne jedes Beiwerk und Parallelkarten, die dann die Bezeichnung der Sterne angeben. Diese Karten sollen die Einzeichnungen der Contouren der Milchstrasse, die so verschiedenartig dargestellt werden, erleichtern. Dieselben enthalten die Sterne nach Berechnungen ihrer galaktographischen Coordinaten, welche MARTH im 53. Bande der Monthly Notices publicirt hat und sind u. A. als Beilage zu Heft 1 des 7. Jahrgangs der Mittheilungen des V. A. P. 1897 erschienen.

Die Karten, welche die schwächeren, dem Auge nicht sichtbaren Sterne darzustellen unternahmen, konnten anfangs nur lückenhaft sein, denn sie mussten sich im wesentlichen auf vorhandene Sternverzeichnisse stützen, die zu Anfang des 19. Jahrhunderts keineswegs vollständig waren. Der erste grössere Schritt waren hier die Sternkarten von HARDING, welche im wesentlichen die in den Zonen der Histoire céleste beobachteten Sterne aufzeichneten, und vom Herausgeber grösstentheils am Himmel verificirt wurden. Da die LALANDE'schen Zonen jedoch nicht systematisch den Raum vom 30ten südlichen Parallel bis zum Nordpol — welche Gegend auf den HARDING'schen Karten dargestellt wird, — bedecken, so sind die schwächeren Sterne auf denselben, die 1822 unter dem Titel »Atlas novus coelestis« in 27 Blättern in Göttingen erschienen und 1856 als »neuer Himmelsatlas« von JAHN in Halle neu herausgegeben wurden, ungleichmässig vertheilt. Den Anstoss zu einer planmässigeren Kartirung wenigstens eines Theiles des Himmels, nämlich des Gürtels von ± 15° zu beiden Seiten des Aequators gab dann ein Brief BESSEL's an die Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom 21. Oktober 1824. BESSEL hatte damals durch die nahe vollendeten Zonenbeobachtungen in diesem Gürtel die Grundlage geschaffen, auf welcher an eine gleichmässige Kartirung desselben gedacht werden konnte. Er schlug der Akademie vor, 24 Stundenkarten herstellen zu lassen, in welche der Bearbeiter erstlich alle von BRADLEY, PIAZZI, LALANDE und BESSEL hier beoachteten Sterne einzeichnen sollte und zwar mit Unterscheidung der mehrfach beobachteten durch Striche, zweitens durch Vergleichung mit dem Himmel alle noch fehlenden Sterne bis zu der Grenzhelligkeit von 9^m oder $9-10^m$ nach dem Augenmaasse einfügen sollte. Endlich sollte eine letzte Vergleichung mit dem Himmel die Vollständigkeit und Richtigkeit verbürgen. Die Akademie sollte das Unternehmen überwachen, die Kosten der Herausgabe decken und die Zeichner der Karten mit einem Preise oder einer Medaille belohnen. Diese erste grosse Kooperation mehrerer Astronomen zum Zwecke der Förderung ihrer Wissenschaft hatte den gewünschten Erfolg, wenn auch nur allmählich. Als erste Karten erschienen

[1]) Verlag von DIETRICH REIMER.

gleichzeitig die hora XV von HARDING und hora XVIII von INGHIRAMI im Jahre 1830, als letzte die hora 0 von LUTHER und IX von BREMIKER im Jahre 1859. Zu jeder Karte hatte der Bearbeiter einen ebenso wie die Karte auf 1800 gestellten Catalog einzuliefern, der die durch Meridianbeobachtungen bereits festgelegten Sterne enthielt.

Ursprünglich hatte BESSEL eine Fortsetzung des Unternehmens auf die Grade + 15° bis + 45° für möglich gehalten. Aber die lange zeitliche Ausdehnung desselben hatte diese Absicht in zwei Richtungen überholt. Einmal war auf der Bonner Sternwarte mit der Durchmusterung des Himmels begonnen worden, die vollständiger, umfassender und einheitlicher die Kartirung des nördlichen Himmels liefern musste. Und dann hatte die Entdeckung der Astraea durch HENCKE zwar die Nützlichkeit der akademischen Karten für die Erkennung der helleren kleinen Planeten erwiesen, ebenso war die Entdeckung Neptuns nur mit Hilfe der BREMIKER-schen hora XXI so rasch gelungen, aber gerade dadurch wurde die Erkenntnis gewonnen, dass zur weiteren Verfolgung der Planetenentdeckungen Karten erforderlich waren, die noch schwächere Sterne und zwar nicht in einem dem Aequator, sondern der Ekliptik folgenden Zuge darzustellen hatten.

Die ältesten dieser Ekliptikalkarten sind die unter BISHOP's Namen bekannten, auf dessen Sternwarte von South Villa, Regents Park, London, von HIND angefertigten Karten. Sie gehen nur bis 10., später bis 11. Grösse[1]), beziehen sich auf das Aequinoctium 1825 und enthalten Sterne, deren Deklination um weniger als drei Grad von dem Ekliptikalpunkte gleicher Rectascension abweicht (nicht, wie gewöhnlich gesagt wird, von weniger als 3° Breite, obwohl dies natürlich aus dem anderen folgt). Die erste erschien 1848. Da ein Grad nur 32 *mm* in der Darstellung hat, so sind die Karten etwas eng gezeichnet. Sie entstanden durch Niederlegung der BESSEL'schen Sterne in das Netz und Eintragung der schwächeren nach dem Anblick am Fernrohr. Das Unternehmen war auf 24 je eine Stunde breite Karten berechnet. Nicht alle 24 Stunden aber sind erschienen; es fehlen die Stunden 6, 12, 15, 16, 17, 18, ein Theil dieser wohl deshalb, weil sie die dichtesten (Milchstrassen-) Gegenden enthalten und ihre Kartirung besonders schwierig war.

Etwas weiter, nämlich bis wirklich zur Darstellung der Sterne 11^m gehen die Karten von C. H. F. PETERS, angefertigt am Litchfield Observatory des Hamilton College in Clinton N. Y. . Dem gewählten grösseren Maassstabe von 59^{mm} für den Aequatorgrad entsprechend, ist jede Karte nur 20 Zeitminuten breit, beginnend mit $n^h\,0^m$ oder 20^m oder 40^m unter Zugabe einer Zeitminute am Ende, später auch am Anfang der Karte, während die Karten 5° hoch sind und ihre Grenzen durch 5 theilbare Deklinationsgrade des Aequinoctiums 1800 bilden, unter Zugabe von je 10′ an beiden Seiten. Es sind 20 Karten erschienen, nicht in lückenloser Aufeinanderfolge, deren letzte Vergleichung mit dem Himmel in den Jahren 1880—82 erfolgte, nur die Karte 6 ist bereits 1878 abgeschlossen.

Weiter gehen in der Darstellung der ekliptiknahen Sterne die Karten von CHACORNAC, in Folge der allmählich gewonnenen Erkenntniss von der Existenz von Planetoiden unter der 11. Grösse. Sie sind auf 72 ebenfalls 20^m breite Karten von $5\frac{1}{4}$° Höhe berechnet und nach fortschreitenden Rectascensionen numerirt, sodass die Rectascension, welche die Karte abschliesst, 20 mal soviel Zeitminuten hat, als die Nummer, die die Karte trägt. Die Deklinationsgrenzen sind meist so gehalten, dass die Ekliptik ungefähr über die Mitte der Karte verläuft und sind keineswegs runde oder überhaupt nur ganze Grade, stellenweise

[1]) Doch entspricht die HIND'sche 11. Grösse nur der $9{\cdot}5^m$ der B. D. (vergl. Beobachtungen der Bonner Sternwarte Band 3, pag. XVII).



schliessen sich zwei Karten gleicher Nummer, nur durch den Index A unterschieden, so aneinander, dass sie sich in Deklination berühren, dass also eine fortlaufende Darstellung von 10½° geboten wird, dann läuft die Ekliptik über das rechte untere oder obere Eck der einen in das linke obere oder untere Eck der anderen hinein. Der Maassstab ist fast der gleiche wie bei PETERS nämlich 1^{mm} auf die Aequatorminute. Die schwächsten Sterne sind 13. Grösse. Die Karten sind von CHACORNAC theils in Marseille theils in Paris und nach seinem Tode von den Gebrüdern HENRY in Paris angefertigt. Danach sind sie in der untenfolgenden Zusammenstellung mit *C* oder *H* unterschieden. Nur zwei Karten rühren von anderen her, nämlich Blatt 31 von STEPHAN, BORELLY und COGGIA, Blatt 60 von WOLF, ANDRÉ und BAILLAUD. Das Aequinoctium der Karten ist sehr verschieden. Die von CHACORNAC gezeichneten gelten für 1852·5, nur No. 52 für 1855·0 und No. 70 für 1855·5, No. 31 gilt für 1852·0. Die HENRY'schen beziehen sich auf 1875·0, 10^a und 60 auf 1870·0, 29^a und 43^a auf 1872·0. Erschienen sind im ganzen 54 Karten, die aber nur 47 Drittelstunden bedecken, da 7 Karten mit anderen gleiche R. A. haben; es fehlt also etwas über ein Drittel des Programms.

Noch weiter in der Darstellung schwacher Sterne gehen die ebenso grossen 7 Sternkarten von PALISA. Die Grenzgrösse ist bei No. 1 13^m, bei 2 und 3 13 und 14^m, bei 4 und 5 13—14^m, bei 6 und 7 14^m. In den Annalen der k. k. Universitätssternwarte zu Wien IX. Band, ist in der Einleitung die Entstehung dieser Karten beschrieben. Die erste ist am Refractor der Sternwarte Pola durch Einzeichnen der schwächeren Sterne in das Netz der schon in den Catalogen vorkommenden entstanden, die zweite ebendort unter Zugrundelegung der Marseiller Karte 31. Die dritte ward am Wiener CLARK'schen Refractor von 12 Zoll in einer der Durchmusterung ähnlichen Weise beobachtet. Die 4 letzten sind in ihren Positionen am genauesten deswegen, weil mit dem KNORRE'schen Deklinographen zonenweise die Sterne bis zur 12. Grösse registrirt wurden und dann in Kupferstiche, die diese Sterne darstellten, jene bis zur 14. Grösse nach dem Auge eingezeichnet wurden. Diese Zonen sind für die Karte 4 im IX. Bande, für Karte 5 im XII., für Karte 7 im XVI. Bande der Wiener Annalen publicirt — für die Karte 6 stehen sie noch aus — und bilden ein recht genaues Material von Positionen für so schwache Sterne. Die Aequinoctien der Wiener Karten sind der Reihe nach 1850·0, 1852·0, 1855·0 und für die vier letzten 1875·0.

Es muss noch ein Unternehmen erwähnt werden, welches zu dem gleichen Zweck wie die Arbeiten von HIND, PETERS, CHACORNAC und PALISA unternommen wurde, aber nicht zur Herstellung von Karten geführt hat. An COOPER's Sternwarte Markree Castle sind ebenfalls am Refractor von dem Besitzer der Sternwarte, unterstützt von GRAHAM und ROBERTSON Zonen von Sternen bis 12^m in der Nähe der Ekliptik zum Zwecke der Kartirung beobachtet, die aber nie ausgeführt worden ist. In 4 Bänden ist dieser »Catalogue of stars near the ecliptic« in Dublin veröffentlicht, enthaltend im Ganzen 60066 Sterne, ein Nachtragsband, der die Zahl der Beobachtungen auf 73000 bringen sollte, ist nicht erschienen. Am Schlusse der Bände ist ein Register mit einer Uebersicht der für jeden Monat zusammengezogenen Zonen gegeben.

Vollständig ist also keine der Darstellungen der ekliptiknahen Sterne; weil sie aber sehr oft consultirt werden können, um die Existenz schwacher Sterne zu verificiren, so giebt die folgende Zusammenstellung einen Ueberblick über sämmtliche vorhandenen Karten, die erkennen lässt, ob und wo man einen Stern zu finden erwarten darf. Die erste Columne enthält die Rectascension, mit welcher die Karte anfängt, von 20 zu 20 Minuten fortschreitend, die zweite die

Nummer der betr. Karte, wobei die arabischen Ziffern die Marseiller und Pariser — nach den Autoren mit C (Hacornac) und H(enry) unterschieden —, die römischen die Clintoner, die eingeklammerten arabischen die Wiener Karten bezeichnen, die dritte und vierte Columne enthalten die Süd- resp. Nordgrenze der dargestellten Gegend. Die Bishop'schen hier nicht berücksichtigten Karten fehlen für die Stunden 6, 12, 15—18, sind im übrigen vollständig und 6° hoch für jeden Stundenkreis derart, dass der Ekliptikalpunkt in der Mitte liegt. In keiner der vier Karten finden sich also die Rectascensionen $6^h\,0^m - 60^m$, $15^h\,20^m - 40^m$, $17^h\,20^m - 60^m$.

Die Karte fängt an mit R. A.	Nummer	Süd- Grenze in Deklination	Nord- Grenze in Deklination	Die Karte fängt an mit R. A.	Nummer	Süd- Grenze in Deklination	Nord- Grenze in Deklination
$0^h\ 0^m$	C 1	− 4¼°	+ 1°	$12^h\ 20^m$	(7)	−10°	− 4¾°
	C 1a	+ 1	+ 6¼		H 38	− 5¾	− 0⅓
0 20	C 2	− 1¾	+ 3⅓		XVI	− 5⅙	+ 0⅙
	C 2a	+ 3⅓	+ 8¾		(3)	− 0⅓	+ 4¾
0 40	C 3	+ 0¼	+ 5⅓	12 40	H 39	− 8	− 2¾
	C 3a	+ 5⅓	+10¾	13 0	C 40[1])	−10⅓	− 5¼
1 0	IV	− 0⅚	+ 5⅙	13 20	C 41	−12	− 6¼
	C 4	+ 4¾	+10	14 0	H 43	−15¾	−10½
	III	+ 9⅚	+15⅙		XVII	−15⅙	− 9⅚
1 20	C 5	+ 7	+12¼		H 43a	−10⅓	− 5¼
1 40	C 6	+ 9	+14¼	15 0	C 46	−20½	−15¼
2 0	H 7	+10⅓	+15¾	15 40	H 48	−22¾	−17½
2 20	H 8	+12¼	+17⅓	16 0	C 49	−23¾	−18⅓
2 40	C 9	+14	+19¼		(6)	−20¼	−14¾
3 0	H 10a	+10	+15¼	16 20	C 50	−24½	−19¼
	V	+14⅚	+20⅙	16 40	C 51	−25	−19¾
	H 10	+15¼	+20⅓	17 0	C 52	−25⅓	−20¼
4 0	C 13	+18¾	+24	19 20	H 59	−24⅓	−19¼
4 40	C 15	+20	+25¼	19 40	60	−23¾	−18¼
7 0	C 21	+20	+25¼	20 0	C 61	−22¾	−17⅓
8 20	C 26	+16¼	+21½	20 20	C 62	−21⅓	−16¼
8 40	C 27	+15	+20¼	20 40	C 63	−20¼	−15
9 0	C 28	+13¾	+19	21 0	VI	−25⅙	−19⅚
9 20	H 29a	+ 7	+12¼		C 64	−22	−16¾
	C 29	+12¼	+17½		C 64a	−16¾	−11¼
9 40	C 30	+10⅓	+15¾	21 20	VII	−25⅙	−19⅚
	(4)	+14¾	+20¼		VIII	−15⅙	− 9⅚
10 0	31	+ 8¾	+14	21 40	XVIII	−20⅙	−14⅚
	(2)	+ 8¾	+14		IX	−15⅙	− 9⅚
	I	+ 9⅚	+15⅙	22 0	(1)	−14¼	− 9
10 20	H 32	+ 6¾	+12		H 67	−14	− 8¾
	II	+ 9⅚	+15⅙		X	−10⅙	− 4⅚
10 40	H 33	+ 4¾	+10	22 20	H 68	−12¼	− 7
	XI	+ 9⅚	+15⅙		XX	−10⅙	− 4⅚
11 0	XV	− 5⅙	+ 0⅙	22 40	XIX	−10⅙	− 4⅚
	C 34	+ 2¾	+ 8		H 69	−10	− 4¾
11 20	C 35	+ 0⅓	+ 5¾	23 0	C 70	− 8	− 2¾
11 40	C 36	− 1½	+ 3¼		(5)	− 5¼	+ 0¼
	XII	+ 4⅚	+10⅙	23 20	C 71	− 5¾	− 0⅓
12 0	XIV	− 5⅙	+ 0⅙	23 40	C 72	− 3¾	+ 1¼
	XIII	+ 4⅚	+10⅙				

[1]) Auf der Karte steht irrtümlich die Nummer 39 verdruckt.

Vollständig hingegen innerhalb der gesteckten Grenzen von — 2° bis zum Nordpol ist die Bonner Durchmusterung und der auf sie gegründete Atlas. Aus dem Plane ARGELANDER's hervorgegangen, alle Sterne bis zur 9. Grösse aufzuzeichnen und von den schwächeren der 9.—10. oder 10. Grösse diejenigen, welche sich bei der raschen Erledigung der Beobachtungen mitnehmen liessen, ist die Beobachtungsarbeit im wesentlichen von KRUEGER und SCHÖNFELD geleistet worden. Es ist dadurch, dass beide sich gewöhnt hatten, die Grössen gleichmässig zu schätzen, ein vollkommen homogenes Werk entstanden und nur in den dichten Milchstrassengegenden haben die schwächeren Sterne zu Gunsten der helleren zurückstehen müssen, ausserdem ist in der Nähe des Poles das Verfahren der Beobachtung, welches in Band 3 der Beobachtungen auf der Bonner Sternwarte genau beschrieben ist, geändert worden. Es lagen nämlich für die Gegend nördlich von 81° schon die genauen Positionen aller Sterne bis fast zur 11. Grösse in dem Cataloge von CARRINGTON (CARR.) für 1855·0 vor. Diese Sterne sind von CARRINGTON auch kartirt worden und die provisorischen in Redhill 1853 herausgegebenen Karten standen der Bonner Sternwarte bereits zur Verfügung. Es sind dann in definitiver Herausgabe im ganzen 10 Karten geworden, deren erste den Umkreis von 3° um den Pol von 1855 darstellt, wobei 1° = 37·4^{mm} gross ist; die 8 folgenden stellen Sectoren von 3° bis 9° Polabstand, und von je 3 Stunden Ausdehnung in Rectascension in demselben Massstabe dar. Die zehnte giebt die Gesammtheit aller CARRINGTON'schen Sterne bis zur 9. Grösse in einer stereographischen Polarprojection, wobei aber der Grad nur 12·5^{mm} gross gemacht ist, also den dritten Theil des Maassstabes der vorhergehenden Karten. Nun entspricht CARRINGTON's 11. Grösse etwa die 10. nach der Scala der Durchmusterung. Es wurden daher von KRUEGER und SCHÖNFELD die CARRINGTON'schen Karten mit dem Himmel verglichen und die Grössen der Sterne genau nach den Principien der B. D. festgestellt und d i e s e Grössen, aber CARRINGTON's Oerter der B. D. nördlich von 81° einverleibt. Da aber alle CARRINGTON'schen Sterne aufgenommen wurden und doch die Grössenbezeichnungen auch in diesem Theile der B. D. nur bis 9·5^{m} gehen, so ist evident, dass hier die Scala der schwächsten Sterne enger gewählt ist, als sonst und in dem Intervall von 9·0 bis 9·5^{m} eine ganze Helligkeitsklasse untergebracht ist. Ausserdem sind etwa 300 bei CARRINGTON fehlende Sterne, die aber über der Helligkeitsgrenze der sonst von CARRINGTON mitgenommenen Objecte lagen, mitbeobachtet und in dieser Polkalotte von 9° Ausdehnung ist daher die Durchmusterung vollständig bis zu der Grenzhelligkeit, während dies in ihren übrigen Theilen, wo das Verschwinden der Sterne hinter einer dunkeln Lamelle beobachtet wurde, nicht der Fall sein kann, da beim Antreten vieler Sterne in kurzen Zwischenräumen die schwächsten übersehen werden mussten.

Die in den Bänden 3—5 der »Astronomischen Beobachtungen auf der Königlichen Sternwarte zu Bonn, angestellt und herausgegeben von Dr. FRIEDRICH WILHELM AUGUST ARGELANDER«, veröffentlichten Oerter der Durchmusterung sind dann gleich von ARGELANDER selbst zur Herstellung der wichtigen Bonner Karten benutzt worden, die für alle Beobachtungen an Refractoren, wo Sternpositionen gebraucht werden, ein unentbehrliches Hilfsmittel bilden. Es sind im ganzen 40 Karten, und zwar stellen die ersten 12 die Zone — 2° bis + 20°, in je 2 Rectascensionsstunden breiten Blättern dar, die indess an jeder Seite noch 4 Zeitminuten hinzufügen, sodass die Randpartieen von 8^{m} Breite auf je 2 aufeinanderfolgenden Blättern vorkommen. Das Kartennetz zeigt die Deklinationsgrade und die Stundenkreise im Abstande von 4^{m}, ist also am Aequator qua-

dratisch und zwar von 19·8^{mm} Seitenlänge. Die folgenden 12 Blätter bedecken den Gürtel von + 19° bis + 41° Deklination, in analoger Weise wie die ersten den südlicheren Gürtel. In der nächsten Abtheilung, die von den Deklinationen 40° und 61° begrenzt ist, erscheinen auf jeder Karte $2^h 40^m$ in Rectascension unter der üblichen Zugabe von 4^m an den Rändern, es genügen also die 9 Karten 25—33, um den vollen Gürtel darzustellen. Hierauf werden die Blätter 4 Stunden + 2 × 8^m breit und zwar für die Zone + 60° bis + 80°, die also in den Karten 34—39 erledigt ist; sie verbreitern aber auch das Netz der Stundenkreisstriche auf 8^m Abstand. Die 40. Karte stellt endlich die Polkalotte von 79° nördlich dar, wobei im Netz die Stundenkreisstriche von 20 zu 20^m Abstand, von 85° nordwärts aber nur die vollen Stundenstriche gezogen sind. Der Atlas stellt im Ganzen 324 198 Sterne dar, nämlich eben jene, deren Oerter die Durchmusterung enthält.

Die erste Auflage der Durchmusterungskarten war leider viel zu klein gewesen, um dem steigenden Bedarf nach diesem grundlegenden Hilfsmittel, der bei neugegründeten Sternwarten und bei photographischen und spektroskopischen Durchmusterungen sehr bald entstehen musste, zu genügen. Auch waren die Steine, auf welche die Karten erstmals aufgezeichnet waren, nicht mehr vorhanden, wahrscheinlich sind sogar die nur in beschränkter Zahl beschafften Lithographensteine der hohen Kosten wegen immer wieder abgeschliffen und für die nächsten Karten benutzt worden. Daher konnte KÜSTNER, als er sich zu der immer dringlicher werdenden Neuherausgabe doch entschloss, nur von einem vorhandenen möglichst tadellosen Exemplar der ersten Auflage durch Lichtdruck neue Abzüge herstellen lassen. Hierfür wurde die deutsche Reichsdruckerei in Anspruch genommen und auf photolithographischem Wege auf fehlerfreiem Papier die Karten neu hergestellt. (Fehler des Papiers, die als Sternchen gedeutet werden können, sind bei grosser Aufmerksamkeit daran zu erkennen, dass der Fleck nicht auf der Oberfläche haftet, sondern auch in die Tiefe geht.) Die Neuherausgabe erschien als Gedächtnissgabe der Bonner Sternwarte zu ARGELANDER's hundertstem Geburtstage (am 22. März 1899). Sie berichtigt zugleich alle in den früheren Karten oder der B. D. bis 1898 bekannt gewordenen Fehler und giebt ein Verzeichniss dieser Verbesserungen in der Einleitung. Im übrigen ist die Sternzahl der B. D. nicht vergrössert und namentlich von den vielen Sternen 9.—10. Grösse, die nur einmal beobachtet waren und deshalb in B. D. nicht aufgenommen sind, aber deren Existenz inzwischen anderweit gesichert ist, ist keiner verzeichnet, da dies zu grossen Ungleichförmigkeiten geführt hätte und die B. D. in den Sternen unter der 9^m, höchstens der $9·2^m$ gar nicht vollständig sein will.

ARGELANDER schon wollte die Durchmusterung nach Süden fortsetzen, unterliess es aber, obwohl er in diesen Gegenden bereits viele Zonen hatte beobachten lassen, weil er mit dem für die nördliche Gegend verwandten Fernrohr, einem Kometensucher von 34·6 Linien Oeffnung mit 9maliger Vergrösserung, in den geringen Höhen, welche diese Sterne für 51° Breite erreichen, zu sehr unter der Undurchsichtigkeit der Luft zu leiden gehabt hätte. Sein Nachfolger SCHÖNFELD, dem schon so wesentlicher Antheil an der nördlichen Durchmusterung gebührte, unternahm aber die Fortsetzung derselben nach Süden. Er benutzte ein grösseres Fernrohr von 71·3 Linien Oeffnung und 26facher Vergrösserung, bei matter künstlicher Beleuchtung der Lamelle, welche dem Stundenkreis, und der Striche, welche dem Deklinationskreise parallel waren. Die Sterngrössen sind nunmehr bis zur 10. aufgenommen, doch wird diese nicht wesentlich unter der Grenze 9·5

der B. D. liegen, indem nur die Grössenschätzungen unter 9·0 gleichförmiger mit denen der helleren Sterne fortgesetzt wurden. Der Band 8 der Bonner Beobachtungen enthält als Ergebniss der SCHÖNFELD'schen Arbeit die Oerter von 133659 Sternen von — 2° bis — 23° und in zwei kleinen Catalogen der Einleitung 692 Sterne der Zone — 1° und 481 südlich von — 23·0°, die aber in die eigentliche S. D. nicht aufgenommen sind, weil für diese die Grenzen — 2° 0' und — 23° 0' (für 1855·0) streng festgehalten werden sollten. Die Karten, die diese Sterne darstellen, sind beinahe im gleichen Maassstabe wie die der nördlichen Durchmusterung gezeichnet, nämlich ein Grad = 19·4 mm. Die Karten tragen, um sie als Fortsetzung der nördlichen zu kennzeichnen, die Nummern 41 bis 64 und stellen jede nur eine Rectascensionsstunde + 2×4 Minuten dar, haben also ein handlicheres Format als die B. D. Karten, und gehen vom — 1. Deklinationsgrade bis — 23° 18'; sie sind in Bonn 1886 veröffentlicht.

Eine Fortsetzung der S. D. weiter nach Süden ist dann in Cordoba, Argentinien, auf jener Sternwarte begonnen worden, welche BENJAMIN A. GOULD dort gründete, wesentlich um die Sternörter der südlichen Hemisphäre genauer festzulegen. Er selbst freilich war während der ganzen Zeit seiner dortigen Thätigkeit mit dem Meridiankreise beschäftigt und erst nach seiner Abreise nach Cambridge U. S. ging sein Nachfolger THOME, unterstützt von TUCKER, an die Verwirklichung des schon von ihm erwogenen und vorbereiteten Projects. Er kehrte wieder zu der von ARGELANDER gehandhabten Beobachtung im ganz dunkeln Felde zurück, beobachtete aber nur ein Grad breite Zonen unter Zugabe von 10' an beiden Seiten, da ihm sein viel stärkeres Fernrohr von 125 mm Oeffnung bei 15facher Vergrösserung die Wahrnehmung viel zahlreicherer Sterne bis zur 10½. Grösse gestattete. Er wählte aber als Grenzhelligkeit die 10., sodass er bis zu dieser sehr nahe Vollständigkeit erreichte. Eine Vergleichung der Grössen der Cordoba Durchmusterung, die bei — 22° beginnt, mit denen der S. D. in deren südlichstem Grade — 22° zeigt, dass sehr nahe die Scala beider Durchmusterungen dieselbe ist. Von der C. D. sind die ersten zwanzig Grade von — 22° bis — 41° in den »Results of the National Argentine Observatory« Vol. XVI and XVII erschienen, enthaltend im ganzen 340380 Sterne und sind gleichzeitig kartirt in 12 je 2 Rectascensionsstunden breiten die ganzen 20 Grade darstellenden 1893 erschienenen Karten für das Aequinoctium 1875·0, welche an der Nordgrenze noch den Grad — 21 aus der S. D. anschliessen, um die Uebersicht an der Grenze zu erleichtern und ebenso einige Sterne des Grades — 42° haben. Das Netz ist dem der S. D. entsprechend, ebenfalls 1° = 19·4 mm, aber nicht ausgezogen, sondern nur in den Durchkreuzungsstellen der Deklinations- und Rectascensionsstriche durch kleine Kreuze markirt, denn da die Zahl der Sterne über 2½ Mal so gross ist, als in der S. D., würde das Ausziehen des Netzes verwirrend gewirkt haben. Diese grosse Zahl der Objecte der C. D. gegenüber der S. D., trotzdem die Grenzhelligkeit der C. D. nur wenig schwächere Sterne hat, als jene, ist lediglich ein Beweis für die Vollständigkeit der C. D. bis zu der gewählten Grenze 10^m, während die S. D. nicht weit über die $9·0^m$ vollständig ist. Eine Fortsetzung der C. D. über den 42. Grad hinaus ist im Gange.

Dagegen scheint nicht beabsichtigt zu sein, eine andere Durchmusterung zu kartiren, nämlich die P. D., die photographische, am Cap der guten Hoffnung unter GILL's Leitung vollendete, von der die Theile von — 18° bis — 52° in den Vol. III und IV der »Annals of the Cape Observatory« bereits erschienen sind, und zwar mit Recht, denn da diese Durchmusterung an den meisten Stellen viel

weniger Sterne enthält als die gleichen Gegenden der C. D. und selbst der S. D., so liegt ein Bedürfniss für Karten nach der photographischen Durchmusterung nicht vor. Zwar geht die photographische Durchmusterung bis zur Grösse $10{\cdot}5$; dies ist aber eine aktinische und keine visuelle Grösse; nach den Untersuchungen KAPTEYN's sind die Sterne um so weniger photographisch wirksam, je weiter sie von der Milchstrasse abstehen, in der Milchstrasse enthält die P. D. also wohl Sterne, die auch visuell $10{\cdot}5^m$ sind, dagegen sind bei den Polen der Milchstrasse schon die Sterne $9{\cdot}0^m - 9{\cdot}4^m$ photographischer Grösse nur $8{\cdot}4^m - 8{\cdot}8^m$ visuell (vergl. KAPTEYN's Einleitung zu Vol. III, pag. 50).

Der Grund, warum die Gebrüder HENRY die Ekliptikalkarten nicht fertig stellten, lag in ihren photographischen Arbeiten. Sobald sie erkannt hatten, dass es möglich war, durch die Exposition einer Stunde mehr Sterne und von diesen genauere Oerter auf einer Platte zu erhalten, als die Arbeit eines ganzen Jahres in die Karten einzeichnen konnte, und dabei noch die Vollständigkeit bis zu einer bestimmten photographischen Grösse zu verbürgen, war es klar, dass eine weitere Herstellung von Sternkarten auf dem bisherigen Wege nur eine grossartige Arbeitsvergeudung sogar auf Kosten der Genauigkeit und Vollständigkeit war. Der Gedanke zu der photographischen Himmelskarte war damit im Princip gegeben. Der damalige Direktor der Pariser Sternwarte, Admiral MOUCHEZ, berief im Jahre 1887 die erste internationale Conferenz zur Erwägung des Planes nach Paris, der bis jetzt vier weitere 1889, 1891, 1896, 1900 folgten. Sie stellten für die Zusammenarbeit von 18 Sternwarten, die alle mit gleichen photographischen Fernrohren und gleich grossen Platten u. s. w. arbeiten sollten, folgenden Plan in allen Einzelheiten fest.

1) Erstlich soll ein Sterncatalog aller Sterne bis zu 11^m hergestellt werden. Zu diesem Zwecke sind Expositionen von 5^m Dauer zu machen und zwar auf Platten, die ein Quadrat von 2° Seitenlänge vollkommen auszeichnen lassen, unter Nichtbeachtung der Randpartieen, für welche die Distorsion zu störend wirkt; das Centrum der Platte soll einmal genau auf einen geraden, einmal auf einen ungeraden Deklinationsgrad gelegt und dabei zugleich im Sinne der Rectascensionen um die halbe Plattenbreite verschoben werden. Es kommt daher jeder Stern auf zwei Platten vor. Nimmt man aber die Randpartien mit, so kommen Sterne, die von dem Stunden — oder Parallelkreise einer Plattenmitte nur 5—10′ abstehen auf 3 und Sterne, die von einer Plattenmitte selbst weniger als diese Grösse abstehen, auf 5 Platten vor. Diese Platten sollen in aller Schärfe ausgemessen werden, indem die Reductionselemente aus mindestens 3 Sternen abgeleitet werden, für die genügend Meridianbeobachtungen vorliegen, und die 2—5 schliesslich erhaltenen Oerter, für jeden Stern zum Mittel vereinigt, würden dann das Material für einen Catalog aller Sterne bis zur 11. Grösse liefern. Die Messungen auf der Platte werden aber unter Benutzung des Netzes, das in Maschen von 5′ Abstand auf der Karte aufcopirt ist (vergl. den Artikel über Astrophotographie Band I, pag. 279 ff) zunächst die rechtwinkligen Coordinaten der Sterne gegen den Plattenmittelpunkt geben und die ungeheure Arbeit der strengen Verwandlung dieser Coordinaten in Rectascensionen und Deklinationen scheuend, begnügen sich die Sternwarten einstweilen mit der Publication der direkt gemessenen Grössen und der genäherten Angabe des Sternortes. Von Potsdam ist der erste Band dieser unter SCHEINER's Leitung von Dr. SCHWASSMANN und Miss EVERETT ausgeführten, von Dr. CLEMENS reducirten Messungen bereits im Jahre 1898 erschienen.

b) Es sollen Sternkarten des ganzen Himmels bis zu den Sternen 13. und 14. Grösse hergestellt werden, indem statt 5^m lang, während 30^m exponirt wird, und zwar jede Platte dreimal, immer 5" gegen die vorige Exposition derart verschoben, dass von einem Stern im ganzen ein gleichseitiges Dreieck entsteht. Dies bezweckt, sowohl Fehler in den Platten, als auch bei den Reproductionen Fehler im Papier unschädlich zu machen, da diese nur einfach oder im ungünstigsten Fall doppelt sein können. Diese Platten sollen jedenfalls nicht ausgemessen werden, allgemeine Abmachungen über die sehr kostspielige Publication sind nicht getroffen. Inzwischen aber haben die französischen Sternwarten Paris, Toulouse und Algier vor kurzem schon einen Theil ihrer Aufnahmen in zweifach vergrössernder Reproduction und zwar aus den Zonen $+24°$, $+22°$, $+9°$, $+7°$, $+5°$, $(+4°)$, $+3°$, $+1°$ versandt. Es ist dabei die Deklinationsminute zwei Millimeter gross und das Netz in Abständen von $1^{cm} = 5'$ gezogen, die Striche des Netzes sind im Sinne der abnehmenden Rectascensionen mit 1—27, im Sinne der wachsenden Deklinationen mit 30—56 bezeichnet. Die Plattenmitte liegt im Schnittpunkt der Linien 14 und 43. Die Platte geht also 1° 5' weit nach beiden Seiten für die Deklinationen und am Aequator 4^m 20^s weit nach beiden Seiten im Sinne der Rectascensionen. Da nur 2° resp. 8^m als durch die Platte dargestellt erachtet werden, so sind in den Aequatorgegenden 180 Karten nöthig, um den Umkreis zu vollenden. Schon die Aufstapelung dieser Karten in den Bibliotheken der Sternwarten erfordert erheblichen Raum, aber wenn die Ausgabe vollendet sein wird und der ganze Himmel, genau kartirt, bequem zugänglich ist, so ist für eine Fülle von Fragen ein umfangreiches Arbeitsmaterial vorhanden, und zwar ein untrügliches, fehlerloses. Denn von dem Licht, welches die Sonnen des Weltalls nach allen Seiten in die Unendlichkeit verschwenderisch ausstrahlen, und welches sonst nur den Zweck erfüllt, eine im einzelnen unmessbar kleine Wärmemenge im Raume zurückzulassen, ist hier ein Theilchen nicht verloren gegangen. Es ist gezwungen worden, andersartige Arbeit als sonst zu leisten; durch ein System von Linsen auf die lichtempfindliche Schicht der Platte concentrirt, hat es hier einen chemischen Process in der Schwärzung der Stelle vollzogen, die es traf, und diese Schwärzung ist übertragen durch zwei Reproductionen auf die Karte, welche wir in Händen halten. Jedes der kleinen Dreiecke auf derselben, die für die helleren Sterne in deformirte Vollkreise zusammenfliessen, ist durch die Energie der Sterne selbst erzeugt, durch Energie, die aus Quellen stammt, die durch Weltenweiten getrennt sind, und nur in der Sehrichtung von uns nicht sehr verschieden gestellt sind und die gezwungen waren, wenige Centimeter von einander entfernt, Arbeit zu leisten. Aber da die Sterne selbst gearbeitet haben und nicht irrende Menschen, so ist keine falsche Position in den Karten, kein Stern, der nicht existirt, ist hineingekommen und keiner, der existirt, fehlt. Freilich werden noch Jahre, vielleicht Jahrzehnte vergehen, bis das Werk in diesem Sinne vollständig vorliegt. Aus den Berichten der daran thätigen Sternwarten, deren letzter in den »Procès-verbaux de la Réunion du comité international permanent pour l'exécution de la carte photographique du ciel tenu a l'Observatoire de Paris en Mai 1896« vorliegt, geht hervor, dass die meisten Sternwarten bedeutend weiter in den Aufnahmen für den Catalog als für die Karten fortgeschritten sind. Die Vertheilung der Arbeit unter die Sternwarten ist die folgende:

Deklinationen	Sternwarte	Deklinationen	Sternwarte
+ 90° bis + 65°	Greenwich	+ 4° bis — 2°	Algier
64 „ 55	Rom	— 3 „ — 9	San Fernando
54 „ 47	Catania	— 10 „ — 16	Tacubaya
46 „ 40	Helsingfors	— 17 „ — 23	Santiago de Chile
39 „ 32	Potsdam	— 24 „ — 31	La Plata
31 „ 25	Oxford (Univers. Obs.)	— 32 „ — 40	Rio de Janeiro
24 „ 18	Paris	— 41 „ — 51	Cap d. g. Hoffnung
17 „ 11	Bordeaux	— 52 „ — 64	Sydney
10 „ 5	Toulouse	— 65 „ — 90	Melbourne

Die Sternwarten sollen, um die etwaige Zerstörung der Originalnegative durch Unfälle oder mit der Zeit weniger bedenklich zu machen, zwei Glasdiapositive unmittelbar nach der Aufnahme herstellen, deren eines in den Pavillon de Breteuil in Paris abgeliefert wird, sodass dort die Aufnahmen des ganzen Himmels vereinigt werden. F. RISTENPART.

Sternhaufen und Nebelflecke. So verschieden diese Objecte in ihren äussersten Grenzen sind, so müssen sie doch hier gemeinsam besprochen werden, da wiederum viele Beispiele vorhanden sind, wo die Sternhaufen mit den Nebelflecken verbunden sind und thatsächlich ineinander übergehen.

Die ersten Beobachtungen, welche über sie zu unserer Kenntniss gelangten, beziehen sich nur auf die Angaben der dem blossen Auge auffallenden Sternanhäufungen, der Plejaden, Hyaden, der Coma Berenices, der Praesepe und allenfalls der Sternhaufen im Perseus, welche bereits von ARATUS, PTOLEMÄUS u. A. erwähnt werden. Der Andromedanebel wurde, obwohl schon von AL SUFI erwähnt, doch eigentlich erst von S. MARIUS 1612 entdeckt, den Orionnebel sah zuerst CYSATUS 1618, während er von HUYGHENS 1656 wieder entdeckt und beschrieben, nach dem Fernrohr gezeichnet wurde. HEVEL führt 16 Nebelflecke auf, HALLEY beschreibt einzelne Sternhaufen bei ω Centauri, η und ξ Herculis. LACAILLE giebt 1750—52 ein Verzeichniss von 43 Nebelflecken des südlichen Himmels und bemerkt ausdrücklich, dass sich darunter auch solche befinden, die keine Spur von Auflösbarkeit verrathen, auch MAIRAN (1754) hält sie für gasige Materie und bezeichnet sie als Sternatmosphären. Endlich gab MESSIER im Jahre 1771 in den Histoires de l'Académie des Sciences, Paris, ein Verzeichniss von über 100 Sternhaufen und Nebelflecken, welches in der Connaissance des Temps 1781. 84 im wesentlichen wieder abgedruckt ist und seine Entstehung dem Suchen nach Kometen verdankt und dafür auch lange Zeit Werth behielt. Das sind die Vorläufer zu den grossen Entdeckungen auf diesem Gebiet, die wir W. HERSCHEL an erster Stelle verdanken. Bereits im Jahre 1786 veröffentlichte er seinen »Catalogue of one thousand new nebulae and clusters of stars« in die Phil. Transact. of the Royal Society, London, dem drei Jahre später der »Catalogue of a second thousand of new nebulae and clusters«, ebenfalls in den Phil. Transact. und 1802 der »Catalogue of new nebulae and clusters of stars« in den Phil. Transact. mit 500 neuen Objecten folgte. Diese 2500 Objecte sind sämmtlich solche, die auf der nördlichen Hemisphäre sichtbar sind. An diese reiht sich zunächst ein Verzeichniss von 629 am südlichen Himmel beobachteten Nebelflecken und Sternhaufen von DUNLOP (in den Phil. Transact. 1828). Dann folgen die zahlreichen Beobachtungen von J. HERSCHEL, der zuerst in Slough mit dem zwanzigfüssigen Teleskop beobachtete und 1833 in den Phil.

Transact. einen Catalog von 2307 Nebelflecken und Sternhaufen gab, dann 1847 in den »Results of Astronomical Observations made at the Cape of Good Hope« die Positionen von 1708 südlichen in diese Classe gehörigen Objecte veröffentlichte. Die J. Herschel'schen Objecte sind nun nicht alle bis dahin unbekannt und von ihm neu entdeckt, immerhin ergiebt sich aus den vorigen Zahlen, dass die beiden Herschel zusammen ca. 5000 Sternhaufen und Nebelflecke auffanden und dass bei weitem die Mehrzahl in dem von J. Herschel 1864 herausgegebenen »General Catalogue of nebulae and clusters of stars« (London, Phil. Transact.), der 5079 Objecte aufführt, von ihnen zuerst gesehen wurden. Dieser letztgenannte Catalog enthält neben den Positionen eine kurzgedrängte Beschreibung jedes einzelnen Objects, wobei die unter »Sternbilder, pag. 114 d. Bds.« gegebenen Bezeichnungen zur Anwendung kamen. Er hat lange Zeit als die wichtigste Grundlage für die Beobachtungen der Sternhaufen und Nebelflecke gedient. Jetzt kennen wir nun nahe die doppelte Anzahl, in den Verzeichnissen pag. 109—455 d. Bds. sind etwa 9400 aufgeführt, und wenn auch hier die neuesten Cataloge benutzt wurden, so sind doch seither bereits wieder viele hinzugekommen, deren Positionen allerdings z. Thl. noch nicht genau bekannt sind, deren Existenz aber nichts desto weniger feststeht. Zu den Entdeckern nach Herschel gehören eine ganze Anzahl Astronomen, die meistens bei der Beobachtung gewisser Classen der Herschel'schen Verzeichnisse oder gelegentlich neue Nebel entdeckten. So sind zu nennen d'Arrest, der erst in Leipzig, dann in Kopenhagen beobachtete und von dem in seinem grossartigen Werk »Siderum nebulosorum observationes Havnienses« (1867) 1942 Nebelpositionen von ausgezeichneter Genauigkeit gegeben wurden, dann mit kleineren Verzeichnissen Auwers, Barnard, Bond, Dreyer, Holden, Javelle, Kobold, Laugier, Oppolzer, Rümker, Schmidt, Schönfeld, Schultz, Secchi, Stephan, Swift, Tempel, Vogel, Winnecke u. A. Ganz besonders ist aber die Zahl der bekannten Objecte gestiegen, seitdem die Photographie mit ihren lichtempfindlichen Platten und besonders construirten Fernrohren die Daueraufnahmen gestattet hat. In manchen Gegenden sind allein dadurch auf wenigen Platten mehrere hundert neue Nebelflecke erkannt. Wenn schon früher Doppel- und mehrfache Nebel, ja reiche Nebelhaufen, u. A. die Capwolken am südlichen Himmel, bekannt geworden waren, so haben sich durch die Photographie ähnliche Beispiele nicht selten wiederholt. Fast alle diese Neuentdeckungen beziehen sich aber auf Nebelflecke, nicht auf Sternhaufen.

Bei einer so starken Anhäufung der uns bekannt gewordenen Objecte ist ihre genaue Zusammenstellung von grösster Wichtigkeit. Daher hat Dreyer im Jahre 1888 einen ersten Catalog in den »Memoirs of the R. Astron. Society« unter dem Titel »A new General Catalogue of nebulae and clusters of stars« gegeben, der die genäherten Oerter von 7840 Objecten mit den abgekürzten Beschreibungen enthält, und diesem Catalog bereits im Jahre 1895 einen Ergänzungscatalog »Index Catalogue of nebulae« mit 1529 Objecten folgen lassen.

W. Herschel versuchte nach der Entdeckung eine Eintheilung in Classen, die sich zwar nicht scharf von einander trennen liessen, aber doch einen gewissen Anhalt für die späteren Beobachtungen und die Auswahl dabei boten. Diese Classen sind folgende: I. helle Nebel (288), II. schwache Nebel (909), III. sehr schwache Nebel (984), IV. planetarische Nebel, Sterne mit Auswüchsen, mit milchiger Umgebung, auffallenden Formen u. s. w. (79), V. sehr grosse Nebel (52), VI. sehr gedrängte und reiche Sternhaufen (42), VII. ziemlich gedrängte Sternhaufen (67), VIII, grob zerstreute Sternhaufen (88). Es gehören also da-

nach 5 Classen zu den eigentlichen Nebelflecken, 3 zu den Sternhaufen, und es ist namentlich für den Uebergang dieser Objecte in einander und ebenso für die der 3 ersten Classen von Wichtigkeit, welche Lichtstärke das angewandte Fernrohr besitzt. So wird der Beobachter, der sich die Positionsbestimmungen oder Beschreibung und Abbildung von Nebelflecken zur Aufgabe gestellt hat, wenn er über geringe optische Hilfsmittel verfügt, nicht die 3. Classe wählen, und wenn er die gegenseitige Lage der Sterne im Sternhaufen beabsichtigt, unter gleichen Verhältnissen nur die Classen 7 und 8 berücksichtigen. Den HERSCHEL'schen Classen fehlt aber eine sehr auffallende Form, die der Spiralnebel. Diese sind zuerst von Lord ROSSE erkannt und wenngleich er nach Beobachtungen an seinem Riesenteleskop deutliche Zeichnungen gegeben hat, so hat man doch längere Zeit an der Realität der Spiralnebel gezweifelt. Einer der sorgfältigsten Beobachter und geschicktesten Zeichner, W. TEMPEL, hat es noch offen ausgesprochen, dass nach seiner Ansicht kein wirklicher Spiralnebel existire. In der That ist auf wenigen Gebieten der Phantasie so weiter Spielraum gelassen, wie bei der Abbildung der Nebelflecke, es gilt hier das Gleiche, was an anderen Stellen z. B. über die Abbildung der Planetenoberflächen gesagt wurde. Auch hier hat die Photographie der Astronomie unschätzbaren Dienst erzeigt, wir sind durch sie mit einer ganzen Anzahl Spiralnebel bekannt geworden.

Ist uns mit den Entdeckungen die Grundlage für weitere Untersuchungen gegeben, so bleibt die schwierige Aufgabe die Feststellung der Positionen zu verschiedenen Zeiten, um danach Bewegungen der Systeme oder der einzelnen Glieder im System festzustellen. Bei den Nebelflecken wird die Beobachtung sehr erschwert durch die starken persönlichen Auffassungsfehler. Denn soweit unsere Kenntnisse jetzt reichen, kann sich eine Bewegung jedenfalls nur in äusserst kurzen Zeiträumen verrathen, die Nebelflecke müssen sich in ungeheuren Entfernungen befinden. Auch hier wird man von der Photographie zuerst Erfolg erwarten dürfen. Lange glaubte man nicht an die genügende Genauigkeit der photographischen Aufnahmen und ihrer Ausmessungen. Indessen haben die Aufnahmen SCHEINER's beim Orionnebel gezeigt, dass diese Zweifel jetzt nicht mehr stichhaltig sind. SCHEINER hat über 150 besonders hervorragende Punkte einer Aufnahme wiederholt gemessen und dabei den wahrscheinlichen Fehler unter [illegible] gefunden, sodass in solchen Bestimmungen eine sichere Grundlage für spätere Wiederholungen liegt. Es ist auch der Versuch der Parallaxenbestimmung an planetarischen Nebeln gemacht worden, jedoch ohne dabei schon jetzt zu einem positiven Resultat zu gelangen, denn die Zahlen ergaben aus der Uebereinstimmung der Einzelwerthe nur, dass die Parallaxe nicht 0''·2 betragen kann, denn so gross bleiben die Unsicherheiten noch. Es ist aber danach doch wohl denkbar, dass es mit der Zeit gelingen kann, die eine oder andere Parallaxe zu finden.

Bei den zerstreuten Sternhaufen hat schon LAMONT begonnen, die gegenseitige Stellung der Sterne zu einander zu messen. Seine Mikrometermessungen beziehen sich u. a. namentlich auf den Sternhaufen im SOBIESKI'schen Schild und auf die im Perseus. Der erstere ist von HELMERT nach einer Zwischenzeit von ca. 30 Jahren in Hamburg wieder gemessen, ohne dass sich ein Unterschied in den Stellungen hätte constatiren lassen. Die Haufen h und χ Persei sind wiederholt gemessen, ersterer von LAMONT, LIAPUNOW, zuletzt 1867 von KRÜGER, letzterer von VOGEL und PIEHL. Die Verbindung der beiden hat neuerdings SCHUR in Göttingen mit dem dortigen Heliometer ermittelt, wie er bereits früher die Präsepe, von der ein älteres Material von WINNECKE und HALL zur Vergleichung vorlag, triangulirte. Eine Reihe ähnlicher Bestimmungen sind hinsichtlich anderer

Gruppen von HAHN, KOCH, MATTHIESSEN, v. REBEUR-PASCHWITZ, SCHULTZ, VALENTINER u. A. geliefert. In der Regel erfordert die exacte Messung der nicht allzu gedrängten Haufen Monate und Jahre lange Beobachtungen, und es ist daher begreiflich, dass nicht allzu viele derartige Arbeiten ausgeführt werden. Neuerdings hat sich die Photographie auch diesem Zweig mit grossem Erfolg gewidmet. v. GOTHARD lieferte vorzügliche Aufnahmen, die jedoch noch nicht vermessen wurden. Das geschah erst von OPPENHEIM in Wien mit dem (vorher von VALENTINER mikrometrisch vermessenen) Sternhaufen G. C. 1166 und von NYLAND in Utrecht mit dem (ebenfalls vorher von VALENTINER beobachteten) Sternhaufen G. C. 4410. Am häufigsten ist die Plejadengruppe vermessen, welche bei der zerstreuten Anordnung zuerst Zeichen der Bewegung sollte vermuthen lassen. Die frühesten Beobachtungen rühren von BESSEL am Königsberger Heliometer her, dann haben WOLF in Paris, ELKIN in Newhaven, AMBRONN in Göttingen, eine mehr oder minder grosse Anzahl von Sternen gemessen. Auch für diese Gruppe liegen photographische Aufnahmen bereits aus der ersten Zeit der Anwendung dieser Methode von RUTHERFURD in Amerika vor, die von GOULD und später von JACOBY in New-York ausgemessen wurden. Schon nach den Arbeiten von WOLF liessen sich gleichgerichtete Eigenbewegungen vermuthen; ELKIN gelangte dann zu dem merkwürdigen Resultat, dass die hellen Sterne eine gemeinschaftliche Eigenbewegung besässen, an der die schwächeren in verschiedenen Gruppirungen nicht Theil nehmen, sodass in den Plejaden sich wieder zusammengehörige Gruppen ausscheiden lassen. Im Wesentlichen scheinen die AMBRONN'schen Beobachtungen diese Annahmen zu bestätigen.

Bei den eng zusammengedrängten Sternhaufen sind Resultate der Bewegung viel weniger zu erwarten; ausserdem ist es hier geradezu unmöglich, selbst mit den stärksten Fernröhren der Gegenwart Einzelmessungen auszuführen. Hier kann in der That nur die Photographie helfen. Den Anfang hat SCHEINER in Potsdam mit dem berühmten Sternhaufen im Hercules gemacht, wo im Ganzen 833 Objecte catalogisirt sind, und davon liegen über 500 innerhalb eines Kreises von 2' Radius. Die Aufnahmen haben zugleich ergeben, dass eine sehr viel stärkere Zunahme der Dichtigkeit nach der Mitte hin erfolgt, als der Fall sein müsste, wenn eine gleichmässige Vertheilung innerhalb einer Kugel stattfände, die man für diese und ähnliche Sternhaufen anzunehmen geneigt ist. SCHEINER giebt an, dass innerhalb des Radius von 2'·0 501 Sterne liegen, dass dagegen

innerhalb des Ringes bis zum Radius 2·9 nur 132
„ „ „ „ „ „ 3·65 „ 66
„ „ „ „ „ „ 4·3 „ 58
„ „ „ „ „ „ 5·0 „ 38
„ „ „ „ „ „ 6·0 „ 31

Sterne vorhanden sind, während bei gleichmässiger Vertheilung die Zahl der Sterne gleich sein müsste. Sehr interessant ist, dass abgesehen von unauflösbarem Nebel, der die Mitte des Haufens erfüllt, hier auch deutliche Nebelknoten in den äusseren noch vollkommen trennbaren Sterngliedern vorhanden sind. Es ist also hier die Verbindung der Sterne mit den Nebeln unzweifelhaft festgestellt. Diese Zusammengehörigkeit findet sich auch sonst und es ist unsere Kenntniss in dieser Richtung wieder besonders von der Photographie gefördert, in vielen Fällen durch sie befestigt oder erst begründet worden.

In den Plejaden wurde zuerst von TEMPEL 1859 der Meropenebel entdeckt, ein matter elliptisch geformter Nebel, bald darauf glaubte auch GOLDSCHMIDT feine Nebelmaterie in der Umgebung der Plejaden zu erkennen. Da mit den

mächtigsten Fernrohren diese Objecte nicht zweifellos zu erkennen waren, so wurde ihre Existenz überhaupt von manchen Beobachtern geradezu bestritten, während es andererseits SPITALER in Wien gelang, eine ganze Anzahl nebliger Objecte innerhalb der Plejaden darzustellen. Die Photographie wies aber zuerst 1885 unzweideutig nach, dass solche Nebel in grosser Ausdehnung existirten und von M. WOLF in Heidelberg ist in der Schrift »Die Aussennebel der Plejaden« (1900) eine ausführliche Beschreibung derselben gegeben. Die Grundlage derselben bilden drei photographische Aufnahmen, welche aber trotz Belichtung bis zu nahe 12 Stunden in den Einzelheiten die Umrisse nur so schwach andeuteten, dass sich die directe Reproduction unausführbar erwies, und die Feinheiten nach dem Augenmaass in die durch die helleren Partien festgelegten Bilder hineingezeichnet werden mussten. M. WOLF fasst die Resultate darin zusammen, »dass der Eindruck des Ganzen der einer zusammenhängenden Masse ist, die wie Rauchwolken bald da bald dort dichter oder dünner geballt erscheint. Es sind also nicht mehr einzelne die helleren Sterne umgebende Nebel, sondern das Wesentliche ist das überall wieder nachweisbare Ineinanderübergehn der einzelnen Wolken. Es wird nicht möglich sein, eine aufzufinden, die ganz isolirt steht und es steht zu erwarten, dass, wenn man lange genug belichten kann, die ganze Fläche mit Nebel erfüllt und jede Structur verschwunden sein wird, genau so wie es in kleinerem Maasstabe im centralen Orionnebel auf den photographischen Platten geschieht.« Die Helligkeit der Nebel ist, wie gesagt, äusserst gering. Die hellsten Theile sind bedeutend schwächer, als die hellsten Theile des grossen Orionnebels, andererseits ist der Meropenebel wieder viel kräftiger als die schwächeren Theile des Orionnebels. Die hellsten Stellen waren etwa 100mal schwächer, als die Gegend des vom Monde beleuchteten Himmelsgrundes, welche 67° im Vertical vom Mond ablag, wobei das Mondalter 17 Tage betrug.

Es kann hiernach nicht überraschen, dass auch in vielen anderen Theilen Nebel und Nebelverbindungen von Stern zu Stern festgestellt worden sind, dass sich in den früher bekannten Objecten eine Fülle des Details hat erkennen lassen, von dem man ehedem keine Ahnung hatte. Auch unsere Anschauungen über die Structur solcher Objecte ist in vielen Fällen eine ganz andere geworden. Der grosse Andromedanebel war als ein elliptischer Nebel bekannt, in dem sich bei sehr starken optischen Hilfsmitteln einzelne dunkle Canäle erkennen liessen. Nach Aufnahmen von ROBERTS stellt er sich als ein riesiger Spiralnebel unzweifelhaft dar, in welchem sich auch knotenartige Verdichtungen erkennen lassen, wenngleich nicht annähernd so deutlich, wie z. B. im berühmten Spiralnebel in den Jagdhunden oder den beiden kleinen im Grossen Bär, G. C. 2052 und [illegible]

Hinsichtlich der Veränderungen der Nebel hat man nur in einzelnen Fällen Andeutungen zu finden vermeint, sowohl was die Bewegung einzelner Theile betrifft, als auch die Helligkeit. In letzter Hinsicht liegen deutlichere Anzeichen vor, aber auch hier wird erst die wiederholte photographische Aufnahme zur Feststellung solcher Vorgänge führen, da bei der früheren Beobachtungsmethode allzusehr das benutzte Fernrohr und persönliche Auffassungen von Einfluss sind.

Auf eine Eigenthümlichkeit in der Vertheilung der Nebelflecke hat bereits W. HERSCHEL hingewiesen. Als er die grossen Mengen entdeckt hatte, wurden sie in eine Sternkarte nach ihren Oertern eingetragen und aus dieser, vielleicht ersten, Anwendung der graphischen Methode bei Behandlung grosser Massen statistischer Angaben trat die Gesetzmässigkeit deutlich hervor, nach der die an Nebeln reichsten Räume des Himmels fern von der Milchstrasse an ihren Polen

liegen, wogegen die Sternhaufen wie die schwächeren Sterne selbst um so zahlreicher werden, je mehr man sich der Milchstrasse nähert. Es ergiebt sich dies auch sofort aus der Uebersicht der Verzeichnisse im Artikel »Sternbilder«.

Ueber die Natur der Nebel hat sich natürlich eingehend zuerst W. Herschel äussern können. Er hat seine Ansichten aber mehrfach geändert je nachdem er mehr von diesen Objecten sah und erkannte. Anfänglich hielt er alle Nebelflecke nur für Anhäufungen von Sternen. Dem blossen Auge erscheinen viele Sterngruppen als Nebel, z. B. die Praesepe, bei Anwendung des unbedeutendsten Fernrohrs ändert sich das neblige Ansehen sofort und man bemerkt, dass es nur von dem vereinten Licht der einzelnen Sterne herrührt. Er schliesst dann weiter: andere Gruppen, die in einem 7füssigen Teleskop neblig bleiben, lösen sich im 10füssigen in Sterne auf u. s. w., so ist ein Nebelfleck nichts anderes als ein sehr entfernter Sternhaufe. »Man kann Nebelflecke aussuchen, sodass sie unmerkbare Uebergänge bilden von einem grobzerstreuten Sternhaufen wie die Plejaden, bis zu dem milchigen Nebel wie im Orion; jede dazwischen liegende Stufe ist vertreten. So findet die Hypothese Bestätigung, dass alle aus mehr oder minder entfernten Sternen zusammengesetzt sind.« Im Jahre 1791 veröffentlichte er eine Abhandlung über »Nebelsterne«, in welcher er seine Ansicht gänzlich geändert hatte. Er hatte einen Nebelstern gefunden, auf den sich seine Schlussfolgerungen nicht wollten anwenden lassen. Im Mittelpunkt befand sich ein heller Stern, um den Stern war ein Hof, der vom Sterne aus an Helligkeit mehr und mehr abnahm, aber vollkommen kreisrund war. Es war deutlich, dass beide Theile, Stern und Nebel, mit einander in Verbindung standen, sich also in derselben Entfernung von uns befanden. Es gab hier nur zwei mögliche Lösungen: Entweder war die ganze Masse aus Sternen zusammengesetzt; in diesem Falle musste der Kern ungeheuer viel grösser als die anderen Sterne seiner Grössenclasse im übrigen Theil des Himmels sein oder die Sterne, welche den Hof bildeten, unendlich klein; oder der centrale Kern war in Wahrheit ein Stern, aber ein Stern, welcher von einem glänzenden Fluidum, dessen Natur uns total unbekannt ist, umgeben war. Lange Nebelstreifen, die er früher als »teleskopische Milchstrasse« beschrieben hatte, könnten durch Massen dieses Fluidums erklärt werden, es könnte unabhängig von Sternen existiren. Die Hypothese eines elastischen, leuchtenden Fluidums, welches im Raume existiren sollte und manchmal in Verbindung mit Sternen, manchmal von diesen getrennt vorkam, wurde angenommen und nie mehr verlassen. Im Jahre 1811 giebt er Beispiele von ungeheuren Räumen am Firmament, welche mit diffuser und sehr schwacher Nebelmaterie bedeckt sind, »ihre Fülle übersteigt alle Vorstellung.« (Vergl. Holden's Biographie Herschel's, deutsche Uebers., Berlin 1882).

Lange haben viele Astronomen an der ersten Herschel'schen Hypothese festgehalten, so namentlich auch Lord Rosse, bis die Spectralanalyse hier ein für alle Male Klarheit schuf. Wie an anderer Stelle dieses Werkes ausgeführt wurde (s. Art. »Astrospectroskopie«, Bd. I, pag. 422) ist es zuerst Huggins gelungen, von einer Anzahl Nebelflecken die Spectren zu beobachten. Und es fand sich, dass es 2 verschiedene Classen gäbe, ein Gasspectrum, bestehend hauptsächlich aus vier hellen Linien, und ein continuirliches. Letzteres fand sich bei den auflöslichen, also den Sternhaufen, ersteres bei den nicht auflöslichen. Damit war also erwiesen, dass es wirkliche Gasnebel gäbe, Gasmassen von äusserster Verdünnung und sehr niedriger Temperatur, die nicht erheblich von der Temperatur des Weltraums verschieden sein kann. Spätere Untersuchungen

VOGEL's, HASSELBERG's u. A. haben diese Entdeckungen bestätigt. Wir dürfen darnach wohl weiter schliessen, dass in den ungeheuren Gasansammlungen, deren Existenz die Photographie in allen Gegenden des Himmels bewiesen hat, der Stoff gegeben ist, der in seiner Verdichtung die eigentlichen Sterne bildet. Damit würden wir uns auch für die Verdichtungen, die wir in den Nebelflecken so häufig wahrnehmen, ebenso wie sie Begleiter der gedrängten Sternhaufen sind, eine Vorstellung bilden können. VALENTINER.

Sternwarten. Wenn wir von den Sternwarten alter Zeit absehen, welche nur noch historisches Interesse haben und deren Besprechung hier unterbleiben muss, so kann man sie in drei Classen theilen, nämlich in solche, welche der messenden Astronomie dienen, in die astrophysikalischen Observatorien und endlich die, welche nur zur Aufstellung des einen oder anderen Instruments bestimmt sind und deren grosse Zahl von den Freunden unsrer Wissenschaft für specielle Zwecke oft mit den denkbar geringsten Mitteln hergestellt wird oder auch den astronomischen Expeditionen zu vorübergehenden Untersuchungen zu dienen hat. Zu den ersten gehören auch die für Unterrichtszwecke bestimmten, da in der Regel die Sternwarten mit den directen Forschungsaufgaben die Heranbildung junger Astronomen zu verbinden haben. Das gilt auch von den astrophysikalischen Observatorien und zwar in noch höherem Grade, da bis jetzt nur in vereinzelten Fällen getrennte Lehrstühle für diesen Theil der Astronomie errichtet worden sind.

Die ersten Bedingungen, welchen eine Sternwarte zu genügen hat, mögen ihre speciellen Aufgaben auch noch so verschieden sein, sind Ruhe der Lage, Freiheit des Ausblicks, Reinheit der Luft. Noch im Anfang des Jahrhunderts war die Ruhe der Lage bezw. die Festigkeit der Aufstellung der Instrumente und Reinheit der Luft nicht von so grosser Bedeutung, da die Fernrohre kleinere Dimensionen, geringere Vergrösserungen hatten und die Genauigkeit der Ortsbestimmungen nicht annähernd den jetzigen hohen Grad erreicht hatte. Selbst bei den damals fest aufgestellten Instrumenten, mit denen man die fundamentalen Positionsbestimmungen anstrebte, wurde die Berichtigung des Instruments durch Fernmarken und andere Hilfsmittel am Beginn des Abends vorgenommen, und dann das Instrument als fehlerlos in seiner Aufstellung für die ganze Nacht angesehen. Alle die zahllosen Fehlerquellen, welche die Aufstellung fortwährend verändern, und die ganz besonders den Temperaturschwankungen entspringen, ahnte man wohl, konnte sie aber nicht berücksichtigen, oder hielt sie in ihrer Wirkung doch für zu gering, um sie weiter zu verfolgen. Für andere Instrumente, die Refraktoren mit den noch in den ersten Anfängen stehenden Mikrometern, bedurfte man der festen Aufstellung in noch viel geringerem Grade. Alle Objecte, die in den Bereich der Untersuchung gezogen wurden, gehörten fast nur dem Sonnensystem an, die Verfolgung der Doppelsterne, Nebelflecke, die Untersuchungen über Parallaxen der Fixsterne u. dergl. beginnen erst mit diesem Jahrhundert, nachdem die dafür nöthigen feinen Instrumente geschaffen waren.

So genügte es, die Beobachtungsräume auf hohen Thürmen inmitten der Stadt anzulegen. In Wien, Leipzig, Mannheim, Prag, Breslau u. s. w. waren die Sternwarten im Anfang dieses Jahrhunderts und zum Theil noch jetzt hohe, die Häuser der Stadt überragende Thürme mit zahlreichen Balcons, auf welche die Intsrumente zur Beobachtung hinausgeschoben werden konnten. Die Leipziger Nebelbeobachtungen D'ARREST's am Ende der fünfziger Jahre sind hier entstanden.

ebenso wie seine zahlreichen Beobachtungen der Kometen und kleinen Planeten, oder die von KAISER in Leiden, von SCHÖNFELD in Mannheim und so viele andere damaliger Zeit, deren Genauigkeit uns noch heute mit Bewunderung erfüllt und zwar um so mehr in Anbetracht der so ungünstigen Verhältnisse, unter denen jene Männer beobachteten. Zur Zeitbestimmung diente dabei in der Regel ein im Meridian so fest als nur möglich aufgestelltes Passageninstrument, oft nur ein Sextant. Und so sehr wir jetzt gewöhnt sind auf solche Beobachtungsräume herabzusehen, so sprach aus ihnen doch keineswegs eine Geringachtung der Astronomie, sondern sie entsprangen der eingebürgerten fehlerhaften Anschauung über die Erfordernisse der Beobachtung, denn oft genug verschlang der Bau dieser massiven Thürme Geldsummen, die die für moderne Bauten nöthigen Kosten überschreiten würden. Die Mannheimer Sternwarte, welche am Ende des vorigen Jahrhunderts errichtet wurde und lange Zeit das grösste Ansehen genoss, forderte einen Aufwand von über 70000 Gulden. Abgesehen nun aber von den Nachtheilen, welche diese hohen, engen Gebäude mit sich brachten, sobald man grössere und vollkommenere Fernrohre erhielt und sobald überhaupt die Verfeinerung der Beobachtung zur Nothwendigkeit wurde, war die dem Astronomen auferlegte Unbequemlichkeit eine ganz ausserordentliche. Entweder lag die Wohnung unten neben dem Thurm und hatte dann der Beobachter die hunderte Stufen zu steigen, bevor er an sein Instrument kam, oder sie war in vielen Stockwerken im Thurm selbst untergebracht. Eine der ersten Sternwarten, welche den astronomischen Forderungen Rechnung trug und besondere Erwähnung hier beansprucht, weil man in neuester Zeit wieder auf ihr Vorbild hinsichtlich der Lage zurückgekommen ist, war die vom Herzog ERNST II. von Gotha und Baron von ZACH auf dem Seeberg bei Gotha errichtete. Hier war der freie Horizont, auf den man besonderes Gewicht legte, durch die Höhenlage gegeben, indem der Gipfel des Seebergs sich beträchtlich über Gotha erhebt und ca. 3*km* von der Stadt entfernt ist. Es brauchte daher kein hoher Thurm errichtet zu werden, die Instrumente waren in entsprechenden Räumen fast zu ebener Erde aufgestellt und die Wohnung des Astronomen, ebenfalls im Erdgeschoss, direkt mit jenen verbunden. Wo nun neue Sternwarten entstanden, wurde im Princip angenommen, dass der Bau möglichst niedrig zu halten sei und das Hauptgewicht auf die absolute Festigkeit gelegt werden müsse. So entstanden Sternwarten bei München (Bogenhausen), in Königsberg etc. in grösseren Entfernungen von der Stadt. Als ENCKE 1825 vom Seeberg nach Berlin berufen wurde, entstand auch hier bald (1832) ein Neubau. Demselben lagen Anschauungen zu Grunde, die aus dem Verkehr zwischen BESSEL in Königsberg und ENCKE nach seinen Erfahrungen auf dem Seeberg entsprangen, und welche SCHINKEL ausführte. Auch hier wurde der niedrige Bau beibehalten, und da die Abgelegenheit des Seebergs viele Unbequemlichkeiten im Gefolge gehabt hatte, überhaupt aber eine solche Entfernung ausgeschlossen war, sofern die Sternwarte, wie dies in Berlin der Fall war, zugleich dem Unterricht an der Universität dienen sollte, so wurde in der Stadt ein möglichst grosses Grundstück erworben und dadurch die Umbauung und vollständige Einengung zu vermeiden gesucht.

Auf die absolute Freiheit des Horizonts konnte hinfort um so eher verzichtet werden, als man die Ueberzeugung gewonnen hatte, dass astronomische Präcisionsbeobachtungen doch durch die am Horizont lagernden Dünste und die Unruhe der Luft thatsächlich unausführbar waren. Nur ganz seltene Erscheinungen sind es, bei denen die Beobachtung in grösseren Höhen nicht abgewartet werden könnte, und wo man sich selbst mit den relativ ungenauen

Beobachtungen am Horizont begnügen müsste. Ausgenommen sind Untersuchungen über das Gesetz der Strahlenbrechung, zu denen es aber wiederum genügt, wenn nur gewisse Gegenden, insbesondere die Richtung des Meridians möglichst tief hinunter frei bleiben. Von viel grösserer Bedeutung ist die Vermeidung der unmittelbar sich fortpflanzenden Erschütterungen und ebenso störend wirken oft die Geräusche, die aus dem Verkehr aus der Stadt herüberdringen.

Für die Anordnung der Räume wurde von jener Zeit an lange fast allgemein die Kreuzform gewählt. Die Hauptausdehnung hatte die Sternwarte in der Ost-Westrichtung, den längeren Arm des Kreuzes (nach Osten oder Westen) bildeten die Wohnräume der Astronomen, in der Mitte erhob sich ein Thurm mit drehbarem Kuppeldach für den Refractor (Aequatoreal) oder ein dem Refractor entsprechendes Instrument, dessen Aufgabe es ist, die Gestirne in allen Stundenwinkeln zu beobachten. Die Höhe des Thurmes brauchte nicht grösser zu sein, als dass das auf ihm aufgestellte Instrument bei horizontaler Lage des Fernrohrs, zunächst von keinem Theile des Gebäudes überragt, dann aber auch möglichst wenig durch die umliegenden Häuser der Stadt im freien Rundblick beeinträchtigt wurde. Den kürzeren Theil dieses Armes (nach Westen oder Osten) bildete ein Beobachtungsraum, der nur einen durch Klappen zu verschliessenden Spaltdurchschnitt hatte. Unter diesem war ein Meridiankreis oder Passageninstrument aufgestellt. Das Fernrohr desselben, nur in der Ebene des Meridians drehbar, gestattet also nur die Gestirne in dem Augenblick zu beobachten, wenn sie den Meridian in oberer oder unterer Culmination passiren. Wie an andrer Stelle ausgeführt ist, eignen sich die Beobachtungen dieser Momente vorzugsweise zur Bestimmung der Zeit, und die gleichzeitig ausgeführten Messungen der Höhe zur Bestimmung der Polhöhe, und werden dadurch für absolute Bestimmungen der Rectascension und Declination von besonderem Werth. Den Querarm des Kreuzes bildeten dann Beobachtungsräume nach Nord und Süd, welche zum Theil ähnlich dem Meridianzimmer construirt wurden, aber den Spaltdurchschnitt senkrecht zum Meridian von Ost nach West hatten. Das unter demselben befindliche Passageninstrument bewegt sich also in der Ebene des ersten Verticals. Dadurch, dass diese Räume mit grossen Fenstern nach Süden bezw. nach Norden versehen waren, konnte auch ein kleinerer Refractor für gelegentliche Beobachtungen von Kometen, Planeten, Sonne, Doppelsternen u. s. w. Verwendung finden, natürlich in viel beschränkterem Umfange als dies in der Drehkuppel des Thurms möglich war. Die Zwecke der Ausbildung der jungen Astronomen, überhaupt des Unterrichts wurden in der Regel durch diese Nord- und Südzimmer erfüllt, während die ersten Anfängerübungen an getrennt aufgeführten Pfeilern zu ebener Erde oder auf einer Plattform an transportablen Instrumenten geleitet wurden. Die Instrumente in der Kuppel und dem Meridianzimmer dienten ausschliesslich der wissenschaftlichen Forschung.

Nach diesem Princip sind eine grössere Anzahl Sternwarten gebaut. Der Bequemlichkeit des Beobachters war durch den unmittelbaren Anbau der Wohnung in weitgehendem Maasse Rechnung getragen. Wir finden Sternwarten, wo das Zimmer des Astronomen direct an den Beobachtungsraum angrenzt. Es wurde hiermit aber nicht nur an die Bequemlichkeit gedacht. Es verdient vielmehr sehr wohl Beachtung, dass fast bei allen Beobachtungsarbeiten und Untersuchungen Pausen oder längere Unterbrechungen vorkommen, die einen grossen Zeitverlust zur Folge haben, wenn der Weg zum Arbeitszimmer an sich schon einen nicht ganz zu vernachlässigenden Zeitaufwand fordert, sodass man es vorzieht, während der Pausen im Beobachtungsraum zu bleiben. Ausserdem ist

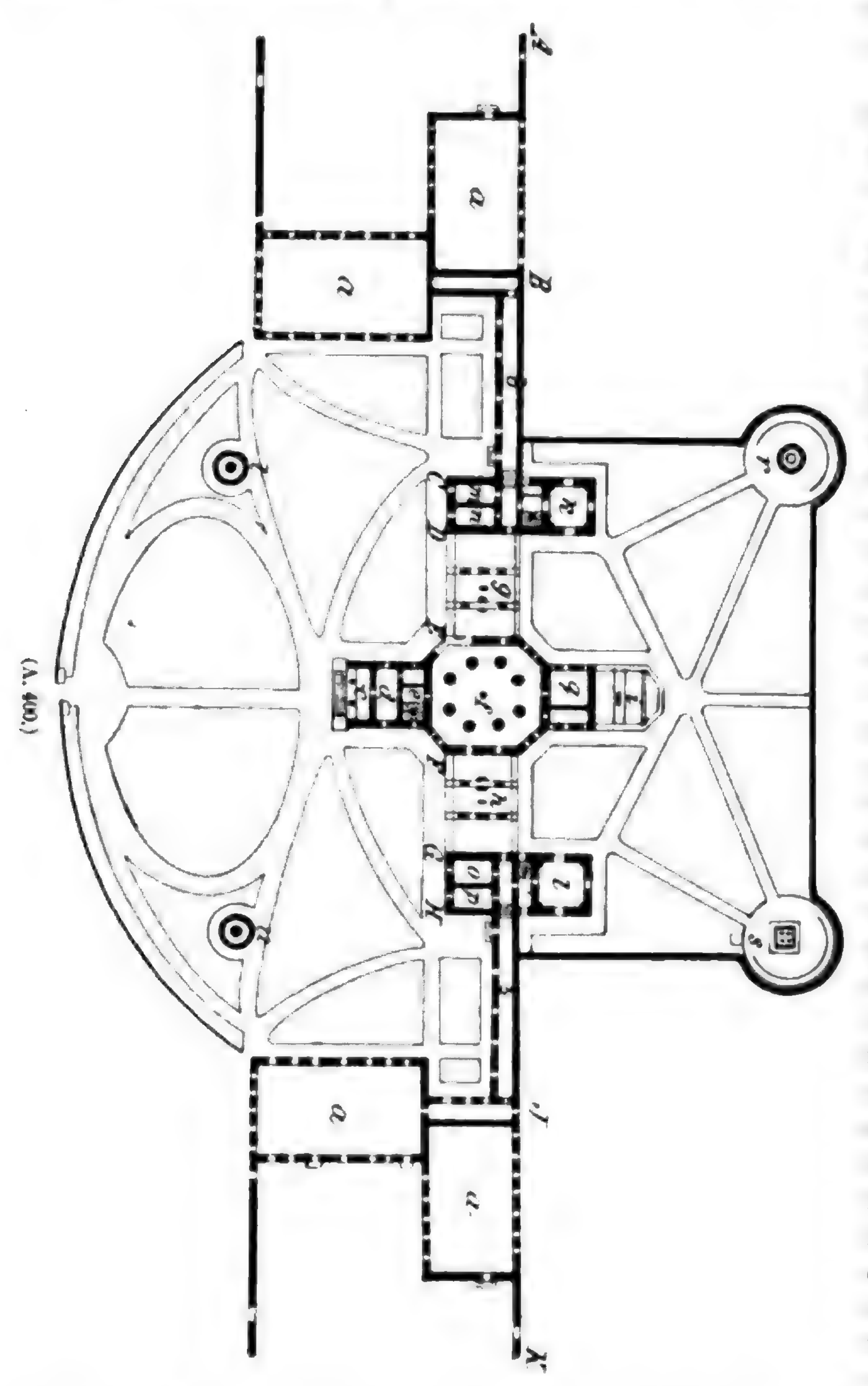
in unseren Klimaten schwer ins Gewicht, dass die Witternng meistens veränderlichen Charakter hat und rasche Aufklärung mit plötzlicher Bewölkung wechselt. Bei enger Verbindung der Wohnräume mit den Beobachtungsräumen lassen sich die klaren Stunden und Minuten ganz anders ausnutzen, als bei grösserer Entfernung zwischen beiden, und die Ausbeute an Beobachtungen wird im Laufe des Jahres eine erheblich günstigere. In vollem Umfang sind diese letzteren Bemerkungen freilich nur zutreffend bei den Sternwarten mittlerer Grösse. Bei denjenigen Instituten, welche wie z. B. zahlreiche englische, amerikanische, französische über ein sehr grosses Personal verfügen, besteht eine feste Eintheilung der Tage und Stunden für die einzelnen Beobachter, und es wird dann die Anwesenheit der den Dienst habenden Beobachter für diese Zeiten und nur für diese auf der Sternwarte in geeignet gelegenem Arbeitszimmer verlangt, sodass die Wohnung nicht mit der Sternwarte verbunden zu sein braucht. Ueber solche reichen Ausrüstungen verfügen aber nur die wenigsten Anstalten.

Andrerseits hat aber die enge Verbindung im Laufe der Zeit auch wesentliche Nachtheile zu Tage gefördert, die lediglich die Verfeinerung der Beobachtungen betreffen, und dadurch ist eine ganz veränderte Anlage der Sternwarte, wo immer die Mittel und Verhältnisse es gestatteten, hervorgerufen. Suchte man schon vorher die Sternwarte der Nähe des Verkehrs zu entziehen, so ist man darin mit der Zeit noch weiter gegangen. Die frühere Anlage führte in der Regel zu einem ziemlich ausgedehnten Bau, und die Aufspeicherung der Wärme in demselben, die Heizungsanlagen mit dem unvermeidlichen Rauch, den die Wohnräume im Gefolge hatten, verursachten eine die Güte der Bilder stark beeinträchtigende Unruhe und vielfach störende Refractionserscheinungen. Schon in dem grossartigen Musterbau der Nicolai-Hauptsternwarte Pulcowa ist eine Auseinanderziehung der Räumlichkeiten zur Anwendung gekommen, die sich aber eben nur in Fällen fast unbegrenzter Mittel in solcher Weise durchführen lässt, dass die Güte der Beobachtungen mit der Bequemlichkeit des Beobachters vereint ist.

Es lohnt an dieser Stelle, wenn auch bei dem beschränkten Raum nur in gedrängter Weise, auf diese Schöpfung etwas näher einzugehen, da in ihr den wissenschaftlichen Forderungen wie den praktischen Bedürfnissen in unvergleichlicher Weise entsprochen wird. In jedem einzelnen Fall wird noch heute bei Präcisionssternwarten Pulcowa zum Vorbild dienen, selbst wenn die verfügbaren Geldmittel nur kleine Theile des ausgedehnten Instituts nachzuahmen gestatten. Es wird sich nach dieser Beschreibung und an der Hand derselben auch am deutlichsten besprechen lassen, wo und warum man in neuester Zeit Veränderungen vorzunehmen für passend fand.

Die Sternwarte auf dem Hügel Pulcowa bei Petersburg wurde auf Befehl des Kaisers Nicolaus II. unter der Leitung von W. Struve, dem damaligen Director der Dorpater Sternwarte, und des Architecten Bruloff in den Jahren 1834—39 gebaut. Das der Sternwarte überwiesene Terrain umfasst ca. 33 Hectar und bildet eine Anhöhe von ca. 50 *m* über der nächsten Umgebung oder 80 *m* über der Ostsee. Auf diesem Grundstück ist nun zunächst ein immenses Hauptgebäude errichtet, zu dem in entsprechender Entfernung eine ganze Reihe einzelner Baulichkeiten, Werkstätten, Stallungen, Wirthschaftsgebäuden gehören, welche hier nicht weiter in Betracht kommen. Das Hauptgebäude hat eine Länge von ca. 250 *m* in der Richtung Ost-West, *A* bis *K* auf Fig. 400. In der Mitte, von *C* bis *H* befindet sich die eigentliche Sternwarte, von *A* bis *B* und von *J* bis *K* gehen die Wohnungen der Beamten, nämlich die mit *a* bezeichneten Theile oder Häuser. Von *B* bis *C* und von *H* bis *J* laufen überdeckte Corri-

dore von etwa 25 *m* Länge, welche also die Wohnungen mit der Sternwarte verbinden, bezw. letztere von ersteren trennen, sodass merkbare Störungen durch die Nähe der Wohnungen nicht verursacht werden. Die mit *g* und *h* bezeichneten Theile sind ebenerdig und haben nur die Höhe eines Stockwerks, sie sind die Meridiansäle mit je 2 Durchschnitten von Nord nach Süd für die Meridiankreise und Passageninstrumente im Meridian, sodass hier 4 solche Instrumente aufgestellt werden könnten. Die Theile *C* bis *D* und *G* bis *H* bestehen aus zwei Stockwerken. Im unteren befinden sich Arbeitszimmer für die einzelnen Astronomen, und diese sind derartig angelegt, dass jeder in möglichster Nähe bei dem ihm überwiesenen Instrument ist. Den zweiten Stock bilden den Kuppelräume von 7*m* Durchmesser zur Aufstellung von Refractoren oder Heliometern. Der mittelste Theil endlich, *E* bis *F* hat drei Stockwerke, das unterste bildet einen achteckigen Saal mit einem Kranz von acht Säulen, auf denen ein Gewölbe ruht, das wiederum das Fundament für den (damaligen) Hauptrefractor trägt. Er wird überdeckt von der grossen Drehkuppel von 12 *m* Durchmesser. Das zweite Stockwerk bildet eine das Gewölbe umgebende grosse Gallerie. Wie aus der Figur ersichtlich, sind noch im Norden und Süden unmittelbar mit dem Hauptgebäude in Verbindung, einige Räume, *c*, *d*, *e*, *q*, *i*, während *v*, *s*, *t*, *u* abgetrennte Baulichkeiten bilden. Letztere sind kleine, für sich bestehende deta-


(A. 400.)

chirte Beobachtungsräume zur Verwendung tragbarer Instrumente oder für besondere Untersuchungen. *c*, *d*, *e* sind Vorräume des Haupteingangs, die nur deswegen hier Erwähnung finden, weil bei *e* ein Raum abgetheilt ist, der für längere Zeit auf hohe Wärmegrade constant und gleichmässig erwärmt werden kann. Er dient zur Untersuchung von Uhren unter sehr verschiedenen Temperaturen, um den Einfluss des Wechsels auf ihren Gang nachweisen zu können, eine Aufgabe, die namentlich in den Fällen den Sternwarten zufällt, wo die Industrie des Landes oder die maritimen Interessen die Unterstützung wissenschaftlicher Institute wünschenswerth erscheinen lassen. Beiläufig mag hier erwähnt werden, dass manche Sternwarte der Förderung der Uhrenindustrie (Neuchâtel) oder den nautischen Aufgaben (Greenwich, Washington, Pola u. s. w.) ihre Entstehung verdankt, während andere sonst selbständige wissenschaftliche Institute für die gleichen Zwecke besondere Abtheilungen erhalten haben.

Von den anderen beiden Räumen dient *q* wieder als Arbeitszimmer eines Astronomen, *i* dagegen für Beobachtungen im ersten Vertical, welchen gerade an der Pulcowaer Sternwarte besondere Aufmerksamkeit für specielle Fragen gezeigt wurde. Der Vollständigkeit wegen mag erwähnt werden, dass für die Bibliothek meist recht ansehnliche Räume vorbehalten werden müssen. Die astronomische Literatur hat schon früh eine grosse Ausdehnung erlangt, und wird bei fast allen Untersuchungen in viel ausgedehnterer Weise gebraucht, als auf manchen andern Gebieten, da gerade bei der Astronomie zur Gewinnung ihrer Forschungsergebnisse auf die Arbeiten früherer Zeiten zurückgegriffen werden muss.

Diese ursprünglich schon so grossartige Anlage hat doch in späterer Zeit den Fortschritten der Wissenschaft entsprechend vielfache Ergänzungen gefunden; insbesondere müssen die neueren Beobachtungsmethoden der Spectroskopie und Photographie Berücksichtigung finden, es wird daher nachher auf diese zurückzukommen sein. Immerhin hat das Princip der ersten Anlage eine Veränderung nicht gefunden.

Es dürfte an dieser Stelle, nachdem mit Pulcowa eine Sternwarte von grosser Ausdehnung beschrieben ist, passend die Frage zu beantworten sein, welche instrumentelle Ausrüstung eine moderne Sternwarte fordert. Wir sehen dabei zunächst von den vielfach der Astrophysik zugerechneten Anwendungen der Photographie ab, obwohl sie auf manchen Gebieten so gut zur Lösung der Aufgaben der »älteren« oder »messenden« Astronomie herangezogen werden muss, als zu denen der »neueren« oder »physikalischen« Astronomie. Die Beantwortung hängt natürlich von den Zwecken ab, denen die Sternwarte zu dienen hat. Soll sie nur dem Unterricht dienen, oder die ins praktische Leben eingreifenden Aufgaben der Zeitbestimmung oder Nautik erfüllen, oder aber allein wissenschaftliche Ziele verfolgen, so wird dadurch schon die Forderung eine ganz andere sein. Die ersten Aufgaben sind in der Hauptsache mit ziemlich geringen Hilfsmitteln zu lösen, für letztere treten dagegen ganz andere Bedingungen ein. Für jene könnte es genügen, kleine Universalinstrumente, wie sie auch auf Reisen Verwendung finden, Passageninstrumente, transportable Refractoren mit Ring- oder Balkenmikrometern und eine Uhr oder Chronometer in einem mit mehreren getrennten Pfeilern ausgerüsteten Beobachtungshäuschen aufzustellen; für diese erst treten alle die Ueberlegungen auf, welche den Bau und die Ausrüstung einer Sternwarte zu einer so ernsten und schwierigen Aufgabe machen. Im Princip kann man aber doch daran festhalten, dass eine Sternwarte im Stande sein muss, absolute Ortsbestimmungen am Himmel so gut wie auch relative zu machen. Für die

ersteren dienen die Meridiankreise bezw. die grossen fest aufgestellten Passageninstrumente und Verticalkreise, für letztere die Refractoren mit den Faden- und Doppelbildmikrometern, sowie die Heliometer. Die Dimensionen der ersteren sind im Hinblick auf die Unveränderlichkeit in allen Theilen, sowohl des Instruments als der Aufstellung, und mit Rücksicht darauf, dass es sich hier nicht um die Beobachtung von schwachen Objecten handelt, ziemlich gering, und die Grenzen, innerhalb welcher sich die Meridiankreise ihrer Grösse nach bewegen, sind viel engere und feststehendere als die der Refractore. Fernröhre von 160 *mm* Oeffnung (6 Zoll), mit Kreisen von 70—100 *cm* Durchmesser werden nur selten überschritten; kleinere Dimensionen sucht man zu vermeiden, wenn es die Verhältnisse irgend gestatten, weil der Wirkungskreis rasch ein beschränkterer wird. Mit dem Refractor werden die schwächsten Sterne mikrometrisch an die am Meridiankreis bestimmten »angeschlossen«, Planeten, Kometen, Satelliten, Doppelsterne, Nebelflecke u. s. w. in grösstmöglichster Ausdehnung beobachtet und ihre Stellungen gemessen. Je grösser daher hier das Fernrohr ist, um so weiter im Allgemeinen das Arbeitsgebiet. Es ist aber hier durch die enorme Vergrösserung der Objective und manche überraschende Entdeckungen vielfach die irrige Meinung verbreitet worden, dass mit den jetzt kleinen oder mittleren Refractoren, die vor 30—40 Jahren als grosse galten, keine nennenswerthen Erfolge zu erringen seien. Auf diese Frage kann hier nicht näher eingegangen werden, jeder Astronom weiss sie zu beantworten. Es ist hier nur auf dieselbe hingewiesen, weil es unrichtig wäre, für eine Sternwarte neben dem Meridiankreis einen Riesenrefractor als unbedingt nothwendig zu streng wissenschaftlicher Forschung zu bezeichnen. Wir erachten als nothwendig, einen solchen von mittlerer Grösse, 250 bis 300 *mm* (ca. 10 Zoll) Objectivöffnung, und legen mehr Gewicht auf die möglichst vollkommen mechanische und optische Ausführung. Selbstverständlich gehören zu diesen beiden Hauptinstrumenten eine Anzahl Hilfsapparate oder Ergänzungen, so vor allem wenigstens 2 Pendeluhren, von denen eine als Normaluhr zu gelten hat, daher nicht direkt bei der Beobachtung verwandt werden darf, sodann eine vollständige Registrireinrichtung u. dergl. mehr. Hinsichtlich weiterer Ausrüstung wird es sich wesentlich darum handeln, ob das Institut über reiche Mittel zur Unterhaltung verfügt und wie gross das Personal ist. Für einen oder zwei Astronomen mehr Instrumente aufzustellen, dürfte im Allgemeinen für streng wissenschaftliche Leistungen nicht einmal wünschenswerth sein, wenngleich es häufig einen grossen Reiz gewährt, auch zu gelegentlichen Untersuchungen übergehen zu können, die an den Hauptinstrumenten nicht wohl durchführbar sind. Es hat aber wenig Bedeutung, in die Erörterung solcher Einzelheiten einzutreten, die oft durch Verhältnisse bestimmt werden, welche sich nicht vorher übersehen lassen. Sollten Mittel zu reicherer Ausrüstung vorhanden sein, so bieten Heliometer, Altazimute, Photometer, Passageninstrumente mehr oder minder reiche Arbeitsgebiete, wenn man noch nicht zur Aufstellung eines erheblich grösseren Refractors schreiten kann, welcher allerdings einen Aufwand erfordern könnte, der vielleicht die Kosten der ganzen ursprünglichen Sternwarte noch übertrifft. Dasselbe gilt von der photographischen Ausrüstung, sofern beabsichtigt wird, auch hier über ein möglichst unbegrenztes Arbeitsfeld zu gebieten. Andrerseits lässt sich auch gerade in der Photographie mit bescheidenen Mitteln recht Bedeutendes leisten, aber es wird nicht ausser Acht dabei zu lassen sein, dass durch die Zufügung photographischer Fernrohre die auf der Sternwarte nothwendigen Räumlichkeiten eine wesentliche Vermehrung bedingen, worauf noch an anderer Stelle einzugehen ist.

Die Hauptbedingung für die Vollkommenheit der astronomischen Beobachtungen liegt nun nicht allein in der vorher kurz skizzierten Aneinanderreihung der einzelnen Räumlichkeiten, sondern in der Durchführung letzterer selbst, insbesondere der Maassregeln, die für die Erreichung grösster Festigkeit der Instrumentenaufstellung und möglichst guter Bilder der zu beobachtenden Objecte angewandt werden. Wir betrachten daher, wieder auf das Pulcowaer Institut zurückgehend, jetzt die eigentliche Sternwarte, d. h. die den Beobachtungen dienenden Räume. Für das ganze Gebäude ist Luftheizung vorgesehen, welche durch drei Heizkammern im Souterrain bewirkt wird. Eine derselben befindet sich unter *e* (Fig. 400) wo die Untersuchung der Uhren in erhöhten Temperaturen erfolgt. Die anderen beiden liegen in den beiden Flügeln des Hauptbaus. Die Röhren sind, da die Beobachtungsräume ja im Allgemeinen auf möglichst gleicher Temperatur mit der Aussenluft erhalten werden sollen, nicht in diese eingeführt. Nur bis an sie heran reicht die festvermauerte Oeffnung, um in gewissen Fällen, wenn bei strenger Kälte instrumentelle Untersuchungen und Reparaturen vorgenommen werden müssen, auch diese Räume erwärmen zu können. Um andererseits die warme Luft der heizbaren Räume von den Beobachtungsräumen abzuhalten, sind die Zwischenräume so dick, dass erstere in langer Zeit keine Wärme abgeben, und überhaupt nur in den Morgenstunden die Heizanlagen in Thätigkeit gesetzt werden müssen, wo sie den Beobachtungen doch am wenigsten schaden. Die dicken Mauern der Wohnräume stehen in auffallendem Kontrast zu den Umwandungen der Beobachtungsräume. Hatte man früher auch diese mit starken Mauern umgeben, so machte man nachher die Erfahrung, dass sich die in ihnen aufgespeicherte Wärme nur sehr langsam verlor und die grossen Spaltöffnungen nur unvollkommen den Zweck des Ausgleichs der inneren und äusseren Temperatur erfüllten, da von den Mauern immer neue Wärme ausstrahlte. Noch einen anderen Nachtheil bieten die dicken Mauern namentlich in unseren Klimaten. Der Frost geht häufig bei fast mit Wasserdampf gesättigter Luft rasch in Thauwetter über. Dann schlägt sich der Wasserdampf auf die dicken Mauern, die noch längere Zeit ihre Temperatur unter dem Nullpunkt behalten, in Eiskrystallen nieder. Bei weiter anhaltender milder Witterung läuft dann das Wasser an Wänden und Instrumenten hinunter, die Räume sind durch und durch so feucht, dass die Instrumente der grössten Gefahr der Zerstörung unterliegen. W. Struve hat daher zuerst die Wände der grossen Beobachtungssäle, selbst die Kuppeln, aus dünnen Holzwandungen hergestellt und so die Schwierigkeiten zu vermindern gesucht. An anderen Orten hat man zwar noch längere Zeit, zum Theil wohl veranlasst durch lokale Verhältnisse an den Steinmauern der Beobachtungsräume festgehalten, aber mehr und mehr ist man zu dem in Pulcowa eingeführten Princip übergegangen. Nicht allein, dass dasselbe bei Neubauten allgemein zur Richtschnur genommen wurde, hat man auch vielfach, wo es nur irgend thunlich war, bestehende Sternwarten in jenem Sinn umgebaut. Statt der Holzwände sind nun aber Wellblechwandungen gewählt, weil durch diese als gute Wärmeleiter die Temperaturen sehr rasch ausgeglichen werden müssen. Allerdings hat dies zur Folge, dass die sehr starken Uebergänge an sonnenhellen Tagen zwischen grosser Hitze am Tage und starker Abkühlung in der Nacht an den Instrumenten selbst grosse Unruhe hervorrufen, sodass hierdurch die Veränderlichkeit der Aufstellung mit der Ruhe der Bilder erhöht werden könnte. Dem ist abgeholfen, indem doppelte Wandungen gewählt wurden, welche durch eine Luftschicht von einander getrennt sind. Letztere darf nicht stagniren, sondern muss durch

ringsum unten am Fussboden und oben am Dach herumgehende Spalten in steter Circulation erhalten werden. Anstatt der zweiten Wellblechwand ist an manchen Orten, Strassburg, Heidelberg u. A., nur innen Wellblech gewählt, die äussere Wand aber als Holzjalousie behandelt. Dadurch wird auch an sonnigen Tagen die Temperatur im Innern des Saales auf mässiger Höhe erhalten, sodass bei der Abkühlung des Nachts auch die Veränderungen in mässigen Grenzen vor sich gehen. Möglichst rascher Temperaturausgleich wird dann durch sehr breite Spalten bewirkt.

Schon Herschel behauptete, dass es das richtige wäre, das Instrument ganz im Freien aufzustellen, da dann die Luftströmungen durch die Beobachtungsspalten ganz vermieden würden. Man hat diesen Gedanken neuerdings soviel als möglich zu verwirklichen versucht, so z. B. in einer Filialsternwarte Pulcowas in Odessa und anderwärts, indem das Beobachtungshaus auf Schienen ganz zur Seite geschoben wird. In der Praxis dürfte diese Maassregel für Beobachtungen am Meridiankreise wenigstens in unseren Klimaten kaum durchführbar sein, da bei klarem Wetter häufig starke Luftbewegung herrscht; selbst in Odessa, wo es sich um Beobachtungen am Passageninstrument, bei dem Erzitterungen weniger fühlbar sind als bei grossen Meridiankreisen mit den entsprechend längeren Fernrohren, handelt, soll man Schutzschirme haben anbringen müssen. Abgesehen von den allzu starken Anforderungen an die Gesundheit des Beobachters würden Reflex- und Nadirbeobachtungen in der seither üblichen Weise wohl kaum Verwendung finden können. Auf der Heidelberger Sternwarte ist der Spalt des Meridiansaales $1\frac{1}{2}$ *m* breit und vom Nordhorizont bis zum Südhorizont durchlaufend, so dass der Meridiankreis mit seinen Haupttheilen vollständig frei steht, dabei aber doch durch die Wände des umgebenden Saales vor den schädlichen Windstössen bewahrt bleibt, ausserdem sind Segeltuchvorhänge angebracht, welche bei starkem Sturm vom Horizont bis zu beträchtlicher Höhe vorgezogen werden können, den allzu starken Zug abhalten, ohne doch den Ausgleich der Temperatur im mindesten zu beeinträchtigen. Nach den seitherigen Erfahrungen entspricht diese Anlage allen Forderungen nach jeder Richtung hin.

Hinsichtlich der Kuppeln ist man ebenfalls im Allgemeinen zur Blechumkleidung übergegangen. Die leichte Holzverschalung fand in der Regel Anwendung bei der sogen. Trommelform der Thürme, welche man aber verlassen hat, da die Spaltöffnung sich bei der runden Kuppelform einfacher gestaltet und zugleich die Dichtung gegen Schnee und Regen vollkommener herzustellen ist. Doppelte Verkleidung hat hier den Nachtheil, dass die Kuppeln sehr viel schwerer an Gewicht und dadurch auch die Drehung erschwert wird. Durch Segeltuch, welches in gewissem Abstand vom Blech im Innern aufgespannt wird, hat man u. A. auch erreicht, dass das bei starken Temperaturübergängen und feuchter Luft sich bildende Condensationswasser nicht auf das Instrument herabtropft. Gegen solche Uebelstände hat man auch mit Vortheil Korkmehl angewandt, welches auf den frischen Oelfarbenanstrich geblasen wird, oder ungehobelte Holzverkleidung in Vorschlag gebracht. Einen ganz wirksamen Schutz gegen die Feuchtigkeit überhaupt, also auch die im Winter lästigen Niederschläge, welche selbst der Ersatz der Steinmauern durch Wellblechwände nicht zu heben vermag, bilden sehr gut schliessende Glashäuser; freilich lassen diese sich nicht bei den Refractoren, sondern nur bei den Meridiankreisen und Passageninstrumenten anbringen. Uebrigens mag hier noch eine andere Maassregel erwähnt werden, welche man gebraucht hat, um die an heissen Sommertagen schädliche Aufspeicherung der Wärme in den Dächern und der nächsten Umgebung der

Beobachtungsräume thunlichst zu beseitigen. Es ist in Strassburg ein Röhrensystem um Kuppel und Dächer gespannt, durch welches Wasser über die letzteren rieseln kann, welches durch die Verdunstung für Abkühlung sorgt. Auch der allgemein übliche weisse Anstrich der Aussenfläche hat keinen anderen Grund als die möglichste Abhaltung der Wärme.

Hinsichtlich der Construction der Spaltöffnung und des Bewegungsmechanismus der Kuppel muss hier auf die Specialliteratur und die ausführlichen Beschreibungen verwiesen werden. Je nach der Grösse der Drehthürme und den besonderen Anschauungen und Neigungen der Astronomen und des den Bau ausführenden Ingenieurs sind dieselben sehr verschieden. Auch die klimatischen Verhältnisse spielen bei der Anordnung und Ausführung eine wichtige Rolle. Ferner wird in vielen Fällen durch die Art der Beobachtung, welcher die Instrumente zu dienen haben, durch die besonderen Aufgaben der Sternwarte der einen oder anderen Forderung, falls nicht alle gleichzeitig zu erfüllen sind, der Vorrang eingeräumt. Hat der Beobachter nach seinem Programm rasch nach einander in ganz verschiedenen Himmelsgegenden zu beobachten, so wird er zumeist auf rasche Bewegung der Kuppel und auf durchgehenden Spalt, oder besser zwei um 180° abstehende Spalthälften vom Horizont bis zum Zenith (die übrigens der besseren Ausgleichung wegen immer zu empfehlen sind und namentlich auch verhüten, dass die nach oben ziehende warme Luft in der Nähe des Zeniths schlechte Bilder hervorruft) legen, steht ihm Hilfspersonal zur Verfügung, was bei ganz grossen Kuppeln natürlich nothwendig ist, so wird er die grosse Leichtigkeit der Drehung der Schnelligkeit opfern. Kann man längere Zeit in derselben Himmelsgegend beobachten, fordern die Beobachtungen die subtilsten Mikrometermessungen und arbeitet der Astronom allein, so wird er vor allem die grösstmöglichste Leichtigkeit fordern, da jede Anstrengung die Hand für die Drehung der feinen Schraube unruhig macht, selbst wenn sie noch nicht das scharfe Sehen beeinträchtigt. Oft genug wird gerade in dieser Beziehung das Urtheil des Astronomen von dem des Technikers abweichen, und daraus manche Schwierigkeit beim Bau entstehen. Was unter gewöhnlichen Verhältnissen als »leicht« gilt, reicht beim Beobachten schon hin, die Güte der Resultate zu benachtheiligen. Dasselbe gilt beiläufig von der Verwendung bequemer Beobachtungsstühle. Es kommt hier viel weniger das persönliche Empfinden der Erleichterung, oder wenn man so sagen will, eine anscheinende Verwöhnung in Frage, als das der gesteigerten Güte der Beobachtung.

Es geht aus dem Gesagten hervor, dass in diesen technischen Fragen die Ansichten der Betheiligten je nach den Verhältnissen viel weiter auseinander gehen, als hinsichtlich der für die Anlage der Sternwarte nahe feststehenden Grundsätze.

In allen Fällen ist aber auf eine gleich anfangs sehr sorgfältige und exacte Ausführung des ganzen Mechanismus zu achten. Es werden dadurch viele Verdriesslichkeiten und schädliche Störungen bei den Beobachtungen in der Folgezeit vermieden.

Uebrigens sind eine grosse Anzahl verschiedener Constructionen in dem ausgezeichneten Werke von L. AMBRONN, »Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde«, Berlin 1899, 2. Band, besprochen und von den zum Verständniss absolut nothwendigen Abbildungen begleitet.

Auf den Bau der Fundamente, auf denen die Instrumente ruhen, muss natürlich die grösste Sorgfalt verwandt werden. Vor allem ist daran festzuhalten, dass die die Instrumente tragenden Pfeiler so tief in den Erdboden eingeführt sein

müssen, dass sie auf festem Grund stehen und von den Erschütterungen der Umgebung nicht zu leiden haben. Das sind Forderungen, die je nach der Beschaffenheit des Bodens verschieden schwer zu erfüllen sind. In Leiden, wo der sumpfige Boden den festen Bauten grosse Hindernisse in den Weg legt, ruht das Gebäude der Sternwarte auf 1500 in den Boden eingerammten hölzernen Pfählen oder Masten von je 10—14 *m* Länge. In der ganzen Ausdehnung der Umfassungsmauern sind doppelte Reihen solcher Pfähle eingerammt, die kaum einen Meter von einander entfernt sind. Ueber den genau nivellirten oberen Enden dieser Pfähle sind dann Balken gelegt, sodass ein fester Rahmen entstand, der breiter war als die Mauern, die er zu tragen hatte. Das ganze Holzwerk liegt so tief, dass sein oberes Ende unter dem Spiegel des niedrigsten Wasserstandes im Sommer und also stets vom Wasser befeuchtet bleibt. Auf diesem hölzernen Fundament ist in der ganzen Ausdehnung ein steinernes Fundament aufgemauert, welches sich bis zum gewachsenen Boden erhebt und allmählich an Dicke abnehmend, zuletzt die Dicke der Mauern des Gebäudes hat. Die Instrumente ruhen auf grossen Steinblöcken und diese sind in derselben Weise wie die Umfassungsmauern fundirt und ruhen ihrerseits auf mehr als 100 in den Boden eingerammten Pfählen von je 14 *m* Länge. Auch in Strassburg, wo bei der Gründung von Winnecke das Hauptaugenmerk auf die Anstellung mustergiltiger Fundamentalbestimmungen gelegt wurde, waren grosse Schwierigkeiten zu überwinden. In dem ersten Band der dortigen Annalen berichtet Becker darüber folgendes: »Wurde die Herstellung der Fundamente durch die bis dicht an die Oberfläche herangehenden und viele Meter tiefen Lager von groben und horizontal geschichtetem Kies erleichtert, so wurde sie andererseits dadurch erschwert, dass schon in einer Tiefe von einem Meter Grundwasser angetroffen wurde. Die Fundirung wurde daher mittelst Brunnen ausgeführt, die ca. 5 *m* unter dem Terrain versenkt wurden, sodass auch bei niedrigstem Wasserstand die Fundamente im Grundwasser verbleiben. Derartige Brunnen wurden im Ganzen sieben hergestellt, einer zur Aufnahme der Fundamente für den Meridiankreis und vier für die zugehörigen Collimatorpfeiler, endlich zwei für ein grösseres und ein tragbares Passageninstrument. Nachdem ein solcher Brunnen bis zu einer Höhe von nahe 1 *m* mit Beton ausgefüllt und das Wasser ausgepumpt war, wurde ein ca. 3·5 *m* hoher Körper aus Bruchsteinen in Form eines abgestumpften Kegels aufgemauert und auf diesem der Backsteinpfeiler errichtet, welcher den oberirdischen Instrumentenpfeilern als Träger zu dienen bestimmt war. Derselbe hat die Form eines hohlen abgestumpften Kegels, ist aber behufs grösserer Festigkeit radial versteift: seine Höhe beträgt 4·3 *m*. Um die Stabilität des Ganzen noch mehr zu sichern, sind die Pfeiler unter sich verbunden, insbesondere ist bei den Fundamenten des Meridiankreises der grosse Mittelpfeiler mit den vier Collimatorpfeilern durch massive, etwa 0·5 *m* dicke und unten concav gewölbte Backsteinmauern bis zu einer Höhe von 2·5 *m* verbunden; ausserdem führen vom Nord- und Südpfeiler Schwibbögen nach dem West- und Ostpfeiler hinüber. Zugleich sind die oben genannten Verbindungen des Mittelpfeilers mit dem Nord- und Südpfeiler in der Nähe der letzteren weiter hinaufgeführt, um als Träger für die Schienen zu dienen, auf denen sich der Wagen mit dem Quecksilberhorizont für Reflexbeobachtungen bewegt. Das ganze Pfeilersystem ist von sehr starken Umfassungsmauern umgeben, die zur Verringerung der Wärmeschwankungen mit isolirenden Luftschichten versehen sind; nach oben ist dasselbe durch flache Backsteingewölbe, die den Fussboden tragen und durch welche die Instrumentenpfeiler frei hindurchgehen, abgeschlossen

die Zwischenräume sind durch schlechte Wärmeleiter wie Watte u. dergl. lose angefüllt.« Bei den Thürmen ist das Fundament durch mächtige Betonplatten gebildet, die z. B. bei dem des grossen Refractors 590 *qm* bei 1·5 *m* Dicke hat. Sie ist so tief gelegt, dass sie sich auch bei dem niedrigsten Grundwasserstande in einer durchnässten Schicht befindet. Auf dieser Betonplatte ist eine kaum minder grosse Platte aus grossen Bruchsteinen aufgeführt, deren Oberkante im Niveau des Terrains liegt.

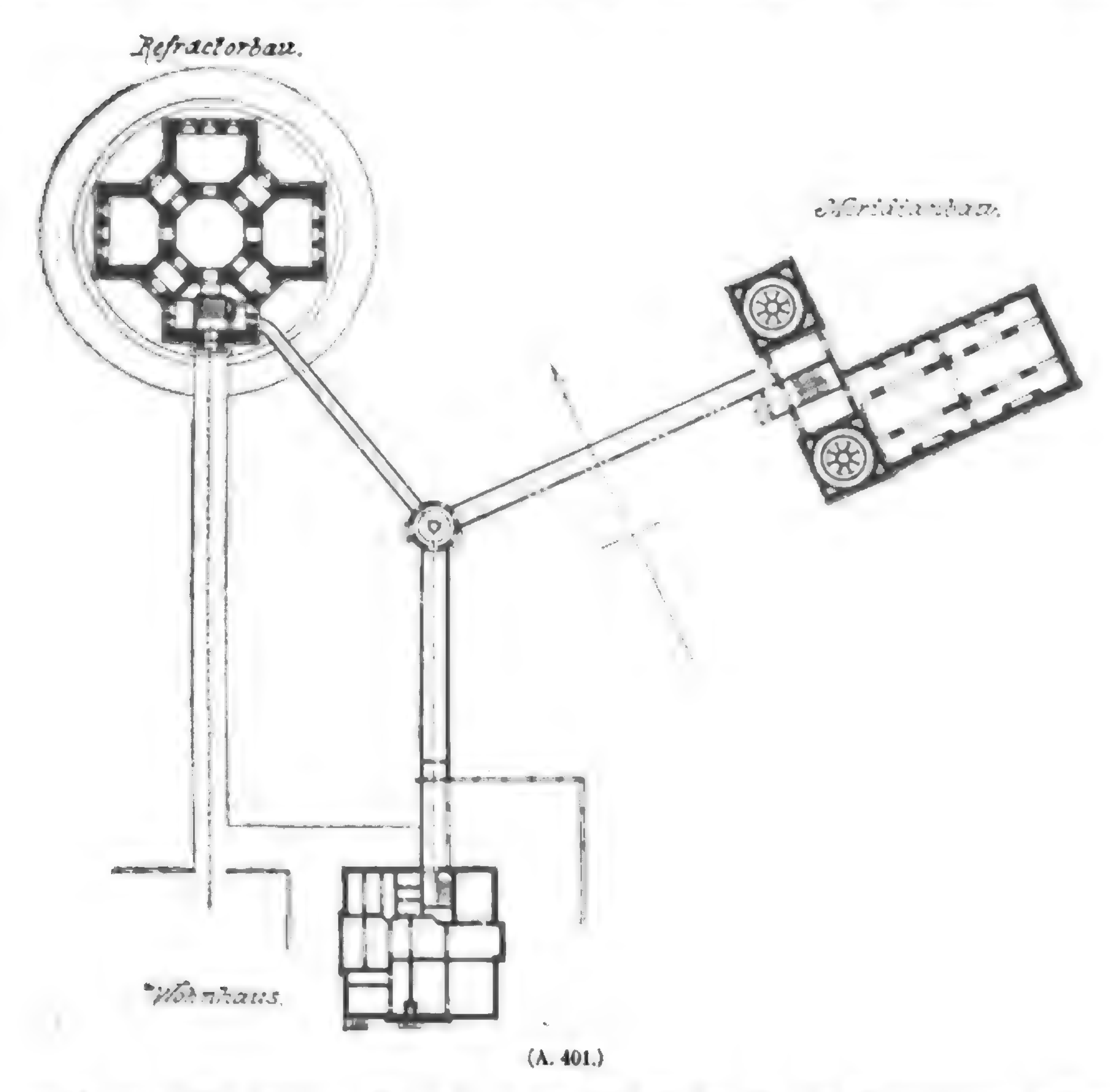
Wesentlich einfacher gestaltete sich die Fundirung einer der neuesten Sternwarten Deutschlands, der Heidelberger auf dem Königstuhl. Hier ist für den Meridiankreis ein massiver Block von 6.0 *m* Länge, 3.5 *m* Breite, 4.5 *m* Tiefe unter dem Fussboden aufgemauert. Die Bodenbeschaffenheit ist felsig, aber gerade an den für die Fundamente der Instrumente ausgewählten Orten fand sich beim Ausgraben, dass eine nur mässig dicke Felsschicht abwechselnd von brüchigem Sandstein gefolgt war. So wurde der Fundamentblock schliesslich auf eine solche Felsplatte von nicht gerade grosser Mächtigkeit aufgesetzt, ähnlich bei dem Fundament für den Refractor. Die Erfahrungen an so vielen anderen Instituten haben übrigens gelehrt, dass eine absolute Unwandelbarkeit der Instrumente in ihren Aufstellungen doch nicht zu erreichen ist, und manches Mal gerade weniger dort erreicht wurde, wo man mit aller Sorgfalt auf dieses Ziel hingearbeitet hatte. Man wird daher das Bestreben darauf richten, die Schwankungen im Verhältniss zu sonst unvermeidlichen Beobachtungsfehlern verschwindend oder doch sehr klein zu halten, oder wenigstens so, dass sie der Zeit oder anderen regelmässig verlaufenden und controlirbaren Veränderungen (Temperatur) einfach proportional bleiben, und vor allem plötzliche Schwankungen durch oft wiederkehrende Erschütterungen vermieden werden. Selbstverständlich sind auch hier die zu erfüllenden Bedingungen je nach den Zielen der Beobachtung verschieden und man wird selbst an vorzüglich eingerichteten Sternwarten für die Aufstellung derjenigen Instrumente, die nicht zu den fundamentalen Bestimmungen verwandt werden, auch nicht die gleichen Vorkehrungen bei der Fundirung treffen. So wird sich im Allgemeinen für die Refractoren, welche in höheren Drehthürmen stehen, nicht die gleiche Umwandelbarkeit erreichen lassen. In den meisten Fällen kommt es hier auch, streng genommen, nur darauf an, dass man sich auf Unveränderlichkeit für die kurze Zeit verlassen kann, welche zwischen den Einstellungen des unbekannten und bekannten Objects vergeht, in der Regel wenige Minuten, und das wird nicht allzu schwer zu erreichen sein. Eine vollständige, peinlich genaue Isolirung der Instrumentenpfeiler vom umgebenden Fussboden, wie auch die der Fundamente von allen Umfassungsmauern ist durchaus nothwendig. Namentlich bei Neubauten kommt es nicht selten vor, dass sich durch Schwellen oder Verziehen des Holzes nachträglich Berührungen mit dem Mauerwerk einstellen, oft auch, dass beim Forträumen des Schuttes oder beim Verputz kleine Steinchen oder Kalkstücke in die Zwischenräume gleiten und die Isolirung aufheben, was erst durch unerklärliche Unregelmässigkeiten in den Beobachtungen bemerkt und gar nicht leicht zu beseitigen ist. In dieser Beziehung kann auch nicht genug auf die Pfeilerumkleidungen geachtet werden, welche ihrerseits wieder nöthig sind, um die Pfeiler gegen die Temperaturschwankungen im Saal, insbesondere auch die vom Beobachter oder den kleinen Handlämpchen ausgehende Wärmestrahlung zu schützen. Die zwischen Pfeiler und seiner Umkleidung verbleibende Oeffnung sollte wiederum mit leichten Stoffen, wie Watte, ausgefüllt oder abgeschlossen werden, um das Hineinfallen kleiner Gegenstände, Bleistifte, Schrauben, Stifte

u. dergl. zu verhüten, weil schon dadurch die Isolirung gestört werden kann. In der gleichen Weise sucht man das Aufdringen der Kellerluft und die dadurch bewirkten feuchten Niederschläge am Instrument zu verhindern; während aber eine leichte Bedeckung kaum einen Erfolg hat, wird wiederum die eingestopfte Watte oft in kurzer Zeit so von Nässe durchzogen, dass sie dann eine compacte zu fest anliegende Masse bildet. Eine empfehlenswerthe Einrichtung ist in Bamberg in der Weise getroffen, dass an der Pfeilerumrahmung eine mit Glycerinöl gefüllte Rinne angebracht ist, während sich am Pfeiler selbst ein gebogener Metallansatz (Nase) befindet, der in die Flüssigkeit der Rinne eintaucht, ohne den Boden zu berühren.

Für die Prüfung der unveränderlichen Aufstellung der Meridianinstrumente dienen bei den grösseren Sternwarten die Meridianmarken oder Miren. Schon im Anfang dieses Jahrhunderts hatte man bei den alten Sternwarten Meridianmarken, meistens säulenartige Pfeiler in der Entfernung mehrerer Kilometer, die genau in der Richtung des Meridians am Tage einvisirt wurden, um danach das Instrument zu berichtigen. Diese Fernmiren, die sich nur am Tage benützen lassen, sind durch Nahemiren ersetzt, die in Entfernungen von 100—150 m errichtet und zu jeder Zeit beleuchtet werden können. Da nun bei der geringeren Entfernung eine starke Veränderlichkeit der Mire selbst die Controlirung der Aufstellung des Meridianinstruments illusorisch machen würde, so müssen alle Vorsichtsmassregeln getroffen sein, damit die Mire sich nicht so stark versetzt, dass diese Versetzung in 100—150 facher Verkleinerung noch merkbar wäre. Es sind daher, ähnlich wie für die Hauptinstrumente, fundirte Pfeiler für die Miren aufgeführt, und diese Pfeiler noch mit Mantelpfeilern und mehrfachen die Wärme schlecht leitenden Verkleidungen umgeben. Auf der Heidelberger Sternwarte ist ähnlich wie in Strassburg der Pfeiler, der von einer Meter dicken Schutzmauer isolirt bis fast oben hin umgeben ist, durch ein grosses Jalousiehaus gegen die Sonne geschützt. Da, wo der Pfeiler aus seiner Schutzmauer herausragt, ist er von einer aus doppelten Brettern, zwischen denen Asche gefüllt ist, bestehenden Verkleidung gegen die Temperaturschwankungen geschützt.

Der Gedanke, grosse Steinmassen, die durch die enge Verbindung der Wohnräume mit der eigentlichen Sternwarte entstehen, und schon in beträchtlicher Entfernung sehr schädlich werden können, zu vermeiden, hat nun weiter dazu geführt, die zur Sternwarte gehörigen Räume in einzelne Theile zu trennen, jedoch unter steter Beachtung der Forderung, dass die Astronomen auf der Sternwarte, d. h. auf dem zum Sternwartenbereich gehörigen Grund oder in der unmittelbaren Nähe wohnen können. Bei der Gründung der Strassburger Sternwarte wurde von WINNECKE die Trennung in 3 Hauptgebäude durchgeführt, dieselben aber durch gedeckte Corridore mit einander verbunden, wie die Skizze (Fig. 401) zeigt. In ähnlicher, oder noch weitgehenderer Weise ist die Trennung bei den grossen neuen Schöpfungen der Sternwarten bei Nizza, auf dem Mt. Hamilton und auf dem Königstuhl bei Heidelberg zur Durchführung gekommen, während bei bestehenden älteren Instituten die Erweiterungen durch Beschaffung neuer Instrumente stets mit einer Isolirung dieser Beobachtungsräume von dem Hauptbau verbunden werden. Allerdings hat diese Isolirung, abgesehen von der schon früher erwähnten Weitläufigkeit, den Nachtheil, dass die betreffenden Gebäude, wenn nicht in ihnen beobachtet wird, der Beaufsichtigung vollständig entbehren. In Strassburg sind, abgesehen von besonderen Fällen, die Sternwartengebäude sämmtlich nur vom Beamtenhaus aus zugänglich, daher auch der Zutritt immer nur unter Aufsicht des Dieners; zugleich bilden die gedeckten Corri-

dore einen wirksamen Abschluss des ganzen Grundstückes und schützen daher auch die kleineren Beobachtungshäuser, die an verschiedenen Stellen für besondere Zwecke auf demselben errichtet sind. Bei weiterer Abtrennung ist ein solcher Schutz nicht mehr durchführbar und man wird in den einzelnen Fällen

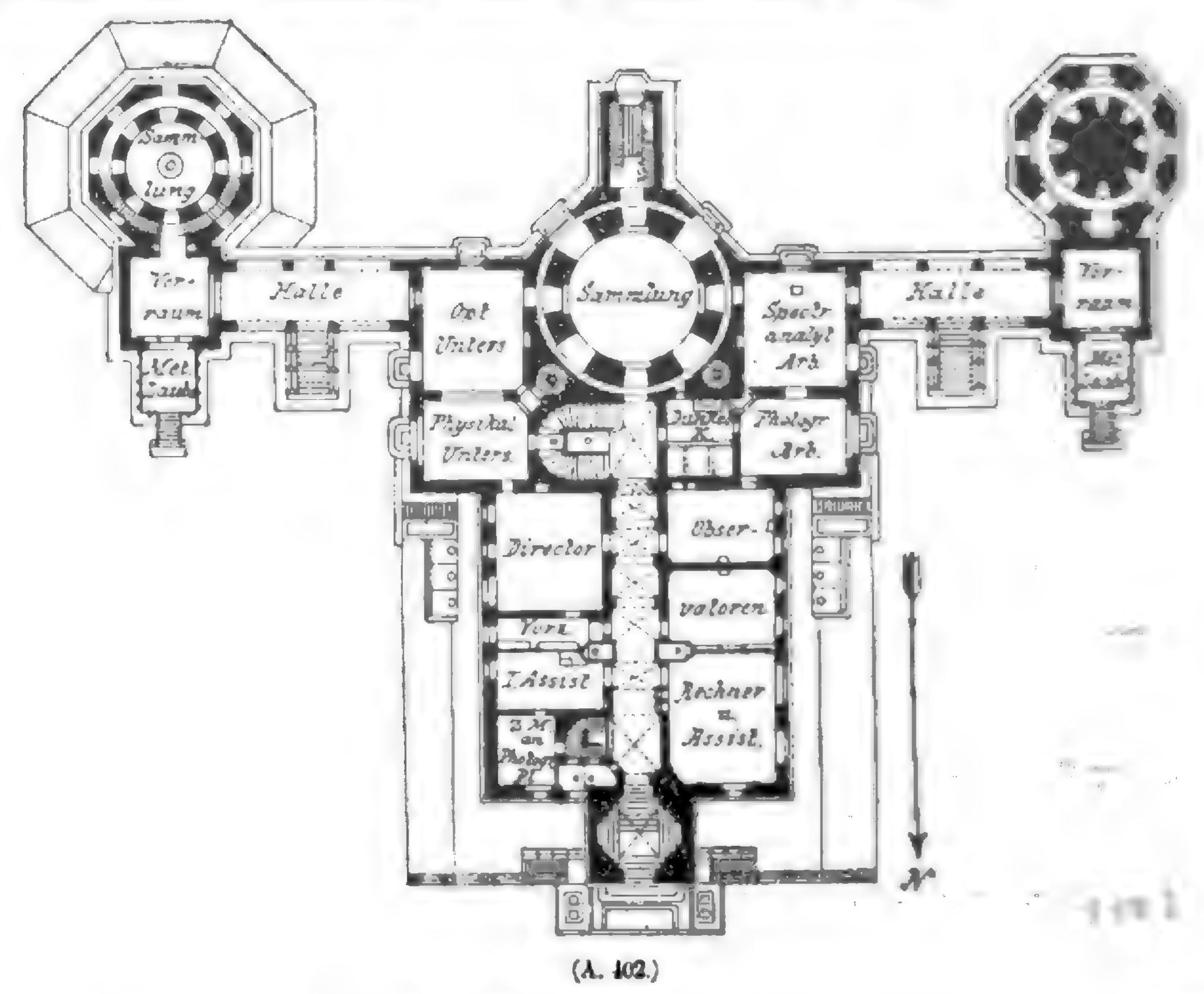


(A. 401.)

wohl zu prüfen haben, wie weit es vortheilhaft ist, die der Beobachtung selbst günstigen Principien streng zur Durchführung zu bringen.

Hinsichtlich der zu wählenden Lage der Sternwarte hat nun neuerdings wieder eine Anschauung Platz gegriffen, für die wir in der Seeberger Sternwarte in gewisser Beziehung ein erstes Vorbild finden. Man hat sich überzeugt, dass für die beobachtende Astronomie die Reinheit und Durchsichtigkeit der Luft von allergrösster Bedeutung ist. Die grossen Industriecentren erfüllen die Luft auf weiten Umkreis mit ungeheuren Massen Staub und Rauch, der wiederum der Nebelbildung günstig ist, und diese dicken Schichten muss der Lichtstrahl durchdringen, bevor er ins Fernrohr oder ins Auge gelangt. Es ist daher nicht mehr genügend, aus der Stadt hinauszugehen, man wird mit Vortheil erst beobachten, wenn man auf Anhöhen baut, zu denen jene Dunstschichten nicht hinaufdringen. So ist die Gründung der Bergsternwarten entstanden. Man erreicht damit zugleich im Winter nicht selten klare Abende, an denen in der Ebene Nebel lagert, was in unserem Klima von um so grösserer Bedeutung ist, als hier ja gerade der Winter überhaupt der Beobachtung sehr ungünstig ist. Auf weitere Vor-

theile im Einzelnen einzugehen, würde hier zu weit führen, es mag die Anführung der Thatsache genügen, dass in relativ kurzer Zeit bereits verschiedene hochgelegene Sternwarten mit Ueberwindung zum Theil ausserordentlicher Schwierigkeiten, die namentlich aus der Verbindung mit Universitäten und Städten folgten, errichtet wurden. Von ganz besonderer Wichtigkeit ist die Höhenlage für die astrophysikalischen und photographischen Beobachtungsmethoden geworden. Bei der ausserordentlich grossen Lichtempfindlichkeit der Platte, wodurch ja wieder die staunenswerthen Erfolge der Photographie erzielt wurden, ist die volle Reinheit der Luft für sie von noch grösserer Bedeutung als für die messende Astronomie, welche wieder mehr nach möglichster Ruhe der Bilder strebt. Trübungen so geringer Art, dass sie dem Beobachter am Fernrohr entgehen oder nicht von den Wirkungen unruhiger Luft zu unterscheiden sind, stören die photographischen Aufnahmen schon in empfindlichem Grade.

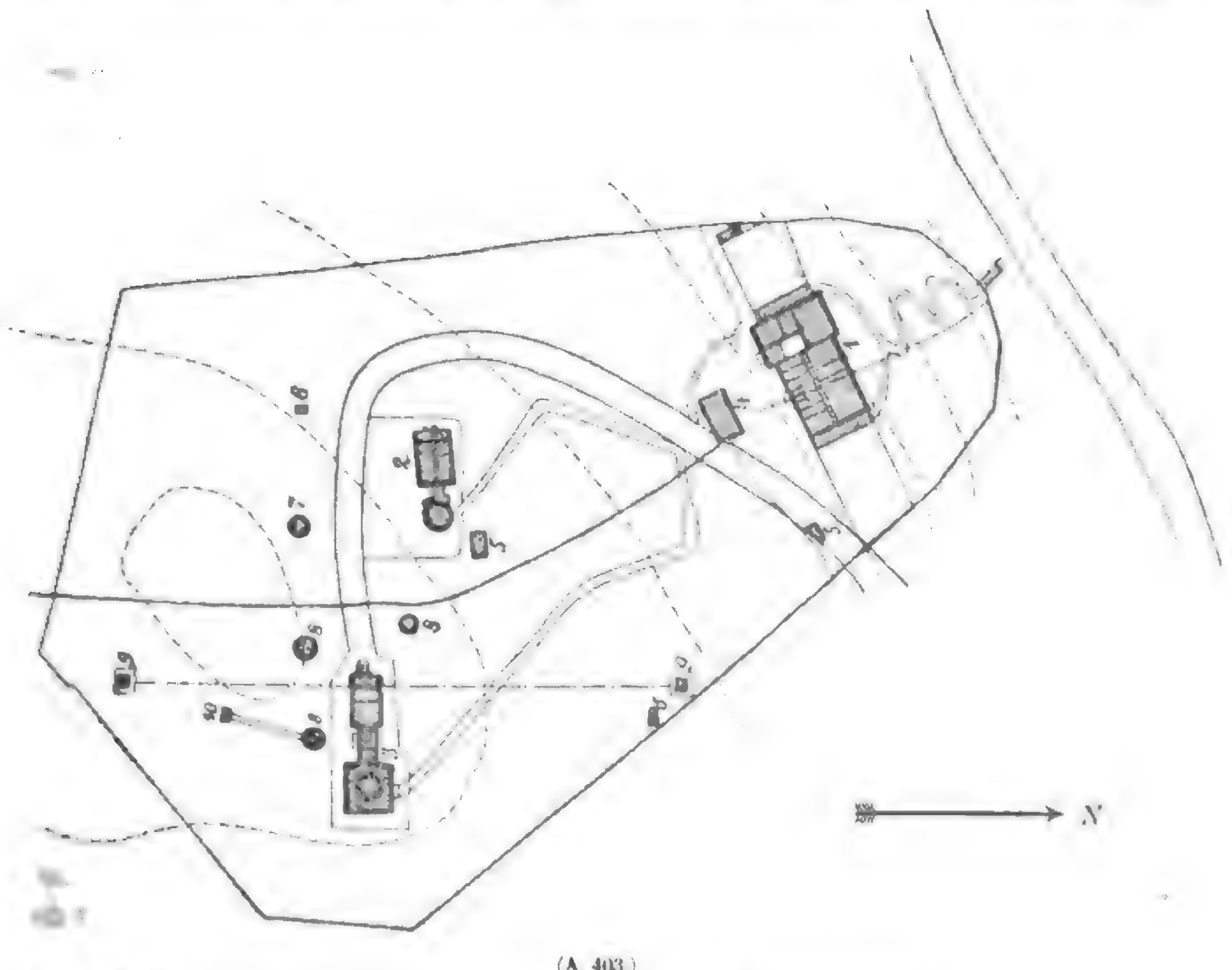


(A. 402.)

Die Sternwarten, welche diese Zweige der Astronomie bearbeiten, fordern in manchen wesentlichen Theilen eine andere Anordnung als die seither betrachteten Sternwarten für die Präcisionsmessungen. Das erste und zugleich mustergiltige Institut dieser Art ist das Potsdamer astrophysikalische Observatorium und ebenso wie für jene Pulcowa als Vorbild gelten konnte und daher auch näher besprochen wurde, könnte hier über Potsdam berichtet werden. Indessen muss es mit Rücksicht auf den zur Verfügung stehenden Raum genügen hier auf die wesentlichen Unterschiede kurz hinzuweisen.

Der Schwerpunkt der astrophysikalischen Beobachtung liegt bei den Refractoren, welche anstatt der Mikrometer mit den Apparaten der Spectroskopie, Photometrie und Photographie ausgestattet werden. Auf die optische Verschiedenheit der Refractoren selbst, sowie auf diese Apparate braucht hier um so weniger eingegangen zu werden, als darüber die einschlägigen Artikel An-

schluss geben, und es sich hier nur um die Baulickeiten handelt. Meridian-instrumente kommen auf den astrophysikalischen Observatorien nicht zur Verwendung, oder doch nur zur Ermittlung der Zeit, falls die Hilfsmittel einer Zeitübertragung seitens einer anderen Sternwarte fehlen. Dagegen bedarf es aber recht vollständig eingerichteter physikalischer und chemischer Laboratorien und aller derjenigen Räume, welche für die Ausübung der Photographie unbedingtes Erforderniss sind. Zur Zeit der ersten Anwendung der Spectralanalyse und Photographie auf die Astronomie hat man die bestehenden Sternwarten in dieser Richtung zu ergänzen versucht. Es hat sich aber bald genug gezeigt, dass sich hierbei der eine Zweig nicht entwickeln konnte, während auch der andere in seinen Fortschritten gehemmt wurde. An grossen Sternwarten, wie in Pulcowa, sind gesonderte Abtheilungen mit Refractoren von ungeheuren Dimensionen begründet, andere Institute haben ihren Schwerpunkt aufs Gebiet der Astrophysik verlegt, in anderen Fällen endlich sind neben den bestehenden Landes- oder



(A. 403.)

1) Wohnhaus
2) Astrophysikalisches Institut
3) Astrometrisches Institut
4) Dienerhaus
5) Schuppen und Werkstätten
6) Meridianhäuschen zu 2
7) Detachirte Kuppel zu 2
8) Detachirte Kuppeln zu 3
9) Mirenhäuschen zu 3
10) Meridianhäuschen zu 3

. . . . Höhencurven von 5 zu 5 Meter.

Unterrichtssternwarten ganz getrennte oder nur in loser Verbindung stehende astrophysikalische Observatorien errichtet. Gegenwärtig sind beide Richtungen in den verschiedenen Ländern ziemlich gleichmässig vertreten, nur bei den zahlreichen Privatsternwarten, zu denen auch die Mehrzahl der amerikanischen zu rechnen ist, ist ein starkes Ueberwiegen der photographisch-astrophysikalischen

Methoden bemerkbar. Als Beispiel einer Sternwarte, an welcher beide Richtungen in vollkommenen selbstständigen Abtheilungen gepflegt werden, kann die Grossh. Badische Sternwarte auf dem Königstuhl bei Heidelberg genannt werden. Wenngleich sie den Verhältnissen eines kleinen Landes entsprechend, nicht mit so grossen Mitteln ausgerüstet werden konnte, wie manche der erwähnten Anstalten, so ist beim Bau doch allen neuen Erfahrungen nach Möglichkeit Rechnung getragen, und insbesondere darauf Bedacht genommen, dass Erweiterungen angefügt werden können, ohne die erste Anlage zu schädigen. Wir geben hier am Schluss dieses Artikels eine zusammengefasste Beschreibung der Anstalt mit ihren beiden Abtheilungen, welche letztere eigentlich als selbstständige Institute angesehen werden können, die nur auf dem gleichen Terrain errichtet sind, um nach Möglichkeit aus den Beobachtungen und für dieselben durch die Nachbarschaft Nutzen für die Wissenschaft ziehen zu können. Es wird sich bei dieser Besprechung zugleich Gelegenheit geben, die als dritte Klasse der Sternwarten bezeichneten Gebäude kennen zu lernen. Abgesehen nämlich von den Hauptgebäuden der Institute konnte eine Anzahl kleiner Beobachtungsräume gebaut werden, welche für die verschiedensten Aufgaben bestimmt in den einfachsten Formen gehalten sind.

Das der Sternwarte überwiesene Grundstück umfasst 5 Hectar und bildet mit einer Abdachung im Westen den südlichen Gipfel des 566 *m* hohen Königstuhls. An der Abdachung liegt das Beamtenwohnhaus mit Bibliothek und verschiedenen Arbeitsräumen, sowie einzelne andere kleine Gebäude, Schuppen u. dergl. Etwa 15 *m* höher auf dem ganz aus dem Wald herausgehauenen Plateau befinden sich die Institutsbauten, zu denen Fahr- und Fusswege hinaufleiten, und zwar gelangt man auf ersterem zunächst zum astrophysikalischen Observatorium. Das Hauptgebäude desselben besteht aus einem nach Norden (den Hang zu) zweistöckigen, nach Süden nur einstöckigen Gebäude, an das der Thurm mit Drehkuppel für den Hauptrefractor angebaut ist. Der Refractor ist ein photographischer Doppelrefractor. Die beiden photographischen Linsen haben 400 *mm* Oeffnung und 2 *m* Brennweite (von BRASHEAR in America geschliffen), das Leitfernrohr hat dagegen 270 *mm* Oeffnung bei 4 *m* Brennweite (von ZEISS in Jena), es sind also hier 3 Fernrohre auf derselben (englischen) Montirung. In dem Observatorium befindet sich zunächst im untersten Stock nach Norden die grosse mechanische Werkstätte. Neben derselben liegt der Messraum, dessen Boden durch eine sehr dicke Betonschicht grosse Festigkeit besitzt, sodass in ihm die Coordinaten der Sterne auf den photographischen Platten mit den verschiedenen Apparaten ausgemessen werden können. Ferner sind auf der andern Seite dieses Stockwerks eine Dynamomaschine und die Accumulatoren für die elektrische Beleuchtung und den sonstigen elektrischen Betrieb des Instituts untergebracht. Das obere Stockwerk enthält zunächst ein Laboratorium für physikalische Untersuchungen von irdischen Lichtquellen, in demselben sind zugleich transportable Instrumente verschiedenster Art aufgestellt, da ein besonderer Ausgang gleich ebenerdig auf den Südplatz vor dem Hause führt, auf dem mehrere Pfeiler zu gelegentlichen Beobachtungen und Uebungszwecken errichtet sind. Ein Corridor führt nach den speciellen Räumen für die photographischen Arbeiten, dem Plattenraum, Dunkelzimmer und Reproductionsraum. Alle diese drei Räume sind vom Flur aus zugänglich, und dieser Theil des Flures ist durch eine Thür mit rothem Glase gegen den übrigen Raum desselben abschliessbar, sodass man, ohne den in der Entwicklung befindlichen Platten zu schaden, von einem Raum zum andern gelangen kann. Der Plattenraum neben dem Laboratorium dient

ausschliesslich zur Aufbewahrung der neuen noch unbenutzten Platten, und ist demgemäss gegen weisses Tageslicht abgeschlossen. Ausser diesen für die photographischen Arbeiten bestimmten Räumen sind in dem Gebäude noch Bibliotheks- und Arbeitszimmer für die Beamten, Räume für meteorologische Instrumente u. dergl. vorhanden.

Neben Aufbewahrungsschuppen gehören zum Institut noch zwei detachirte Beobachtungsräume, von denen der eine, ein kleines Holzhäuschen mit leicht aufzuziehender Klappe in der Richtung des Meridians ein Passageninstrument für Zeitbestimmungen und zu Uebungszwecken enthält, während der andere eine im Südosten etwa 20 *m* vom Hauptbau entfernte kleinere Drehkuppel ist. Sie kann ein Vorbild geben für solche Fälle, wo es sich um Aufstellung einzelner Refractoren handelt und die Mittel nur in beschränktem Maasse vorhanden sind. Sie ist in der Zeit von wenigen Wochen gebaut und fertig aufgestellt, und kann in 8 Secunden ganz herumgedreht werden.

Zwischen zwei weiteren einzelstehenden Kuppeln, welche Instrumente des astronomischen oder astrometrischen Instituts enthalten, kommt man zum Hauptgebäude des letzteren. Es enthält von West nach Ost zunächst zwei an einander stossende Meridianzimmer von gleicher Grösse, nämlich 10 *m* Ost-West zu 7 *m* Nord-Süd, Dimensionen, welche ausreichend sind, aber doch lieber in ähnlichen Fällen etwas grösser zu nehmen wären, falls es die Verhältnisse gestatten. Die Zimmer haben, wie an anderer Stelle erwähnt, Wellblech mit Holzumkleidung. In dem ersteren, das mit einem grossem Meridiankreis ausgerüstet, zu Fundamentalbeobachtungen bestimmt ist, befinden sich alle die Hilfsvorrichtungen, welche für jene erforderlich sind, im Fussboden auf dem Fundament aufgesetzt ein Quecksilbergefäss für die Nadirbestimmungen, die Pfeiler für die Mirenlinsen bezw. zur Aufstellung sogen. Collimatoren, ein Sonnenschirm, der über das Instrument gezogen wird und nur einen runden Ausschnitt hat, durch den hindurch die Sonne beobachtet wird, die Pendeluhr an ebenfalls isolirtem Pfeiler, das Niveau, Schränke, tragbare Treppen u. dergl. Auf die Meridianzimmer folgt nach Osten hin ein Raum für die Batterien, Lampen und sonstigen Utensilien, sodann ein Zimmer, in dem die Apparate zur Zeitübertragung an die Uhrenorte des Landes, zwei Registrirapparate, meteorologische Instrumente u. dergl. untergebracht sind. Dieses Zimmer ist der einzige heizbare Raum des ganzen Instituts, und es kann gelegentlich zu praktischen Uebungen und Vorlesungen, vorläufigen Rechnungen bei der Beobachtung und als Wartezimmer benutzt werden. Man gelangt von hier durch einen kurzen Zwischengang, in dem sich die Treppe zu den Fundamenten und Kellern befindet, in den Thurm. In dem geräumigen Unterbau sind unten die alten historischen und die transportablen Instrumente aufgestellt, in einem Zwischenstock befindet sich ein Raum als Unterschlupf oder Wartezimmer für die Beobachter in der Kuppel und auf der Plattform, in demselben ist zugleich ein Registrirapparat für sie vorhanden; und ausserdem sind hier die Speicher zur Aufbewahrung von Instrumentenkisten u. dergl. Die Kuppel mit dem grossen Refractor (325 *mm* Oeffnung bei 4·2 *m* Brennweite) ist durch eine Wendeltreppe von aussen zugänglich und von der breiten Plattform umgeben; letztere ist mit Beobachtungspfeilern versehen, in einer Nische des Treppenhauses steht ein Kometensucher, der also leicht auf die Plattform hinausgesetzt werden kann. Der Thurm hat unten einen besonderen Ausgang, ebenso der erste Meridiansaal, ausserdem ist noch ein Ausgang in dem Requisitenraum vorhanden, es können daher die drei Beobachtungsräume des Hauptbaues ganz getrennt erreicht werden, sodass kein Beobachter durch den andern gestört wird,

was von nicht geringer Bedeutung ist. Zu dem Hauptbau gehören unmittelbar die beiden Mirenhäuser, genau 100 *m* nördlich und südlich vom Meridiankreis. Die Miren selbst sind feine Oeffnungen in einer Metallplatte, die auf den festen früher beschriebenen Pfeilern angebracht sind. Die Beleuchtung erfolgt vom Instrument aus durch Glühlämpchen.

In den Kellern des Hauptbaus sind unter dem Thurm ein Horizontalpendel nach v. REBEUR-PASCHWITZ, unter dem Meridiansaal ein STERNECK'scher Pendelapparat zu besonderen Untersuchungen aufgestellt.

Ausser dem Hauptgebäude gehören zu dem Institut noch 3 getrennte Kuppeln verschiedener Construction, in denen kleinere Refractoren aufgestellt sind. Dieselben können zu selbständigen Arbeiten durch Anschrauben von Fadenmikrometern oder Photometern benutzt werden, oder auch für geförderte Studirende zu weiterer Uebung in der astronomischen Beobachtung. Dasselbe gilt von einem kleinen hölzernen Meridianhäuschen, welches im Süden der Sternwarte getrennt steht und sich derartig auseinanderschieben lässt, dass der Beobachter hier vollständig im Freien beobachten kann. Dass bei so ausgedehnten Anlagen noch kleinere Gebäude als Werkstätte u. s. w. vorhanden sind, bedarf kaum besonderer Erwähnung, ebensowenig, dass die von der Stadt sehr entfernten modernen Sternwarten erheblich mehr Unterhaltungskosten und Mittel zur Selbsthilfe auf verschiedensten Gebieten des wissenschaftlichen und häuslichen Lebens erfordern. VALENTINER.

Strahlenbrechung, die astronomische. Die Erde ist von einer Atmosphäre umgeben, in der sich jeder Lichtstrahl langsamer fortpflanzt als im »leeren« Weltraum. Er wird daher von seinem ursprünglich geraden Weg beim Eindringen in die Atmosphäre und auf seinem weiteren Wege im Allgemeinen abgelenkt werden, bevor er in das Auge eines Beobachters fällt. Jedes Gestirn wird in Folge dieses Umstandes verschoben erscheinen. Die Correction, die man nun an den scheinbaren Ort eines Gestirnes anzubringen hat, um den Ort zu erhalten, an dem das Gestirn bei Abwesenheit der Erdatmosphäre zu stehen scheint, wird die astronomische Strahlenbrechung oder Refraction genannt.

Genügend klein gewählte Theile unserer Atmosphäre können als optisch isotrope Medien angesehen werden. Zerlegt man die Atmosphäre längs des Lichtstrahles in beliebig viele solche Theile, so ist seine Richtung in jedem Punkte durch die Gesetze bestimmt:

1) dass der Strahl und das Einfallsloth in derselben Ebene liegen,
2) dass der Sinus des Einfallswinkels sich zu dem Sinus des Brechungswinkels wie die Lichtgeschwindigkeiten in den Medien verhält, die der einfallende und der gebrochene Strahl durchsetzt.

Eine Folge dieser Gesetze ist, dass die Zeit t, die der Strahl zur Zurücklegung des Weges s braucht, um von einem bestimmten Punkte zu einem anderen zu gelangen, ein Minimum ist. Da die Lichtgeschwindigkeit v dem Brechungsindex μ verkehrt proportional ist, so bestehen zwischen dem Zeitdifferential dt und dem Wegdifferential ds die Gleichungen:

$$dt = \frac{ds}{v} = \mu ds.$$

Die Minimumsbedingung drückt sich dann so aus, dass das Integral

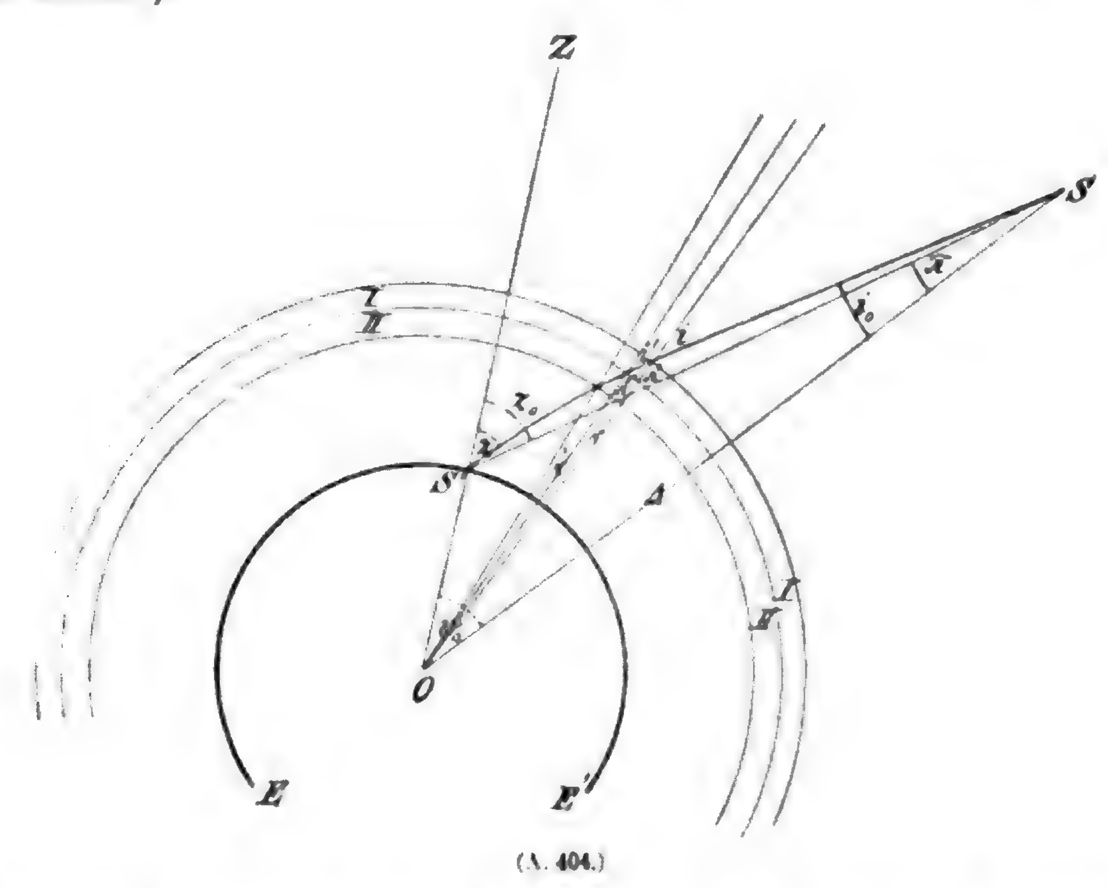
$$t = \int_{\text{Grenze der Atmosphäre}}^{\text{Beobachter}} \mu ds$$

über die angegebenen Grenzen ausgedehnt ein Minimum sein oder, dass seine erste Variation verschwinden muss. Von diesem Standpunkte müssen die Untersuchungen ausgehen, die sich mit dem Problem in seiner allgemeinsten Form befassen[1]).

Die Atmosphäre befindet sich stets sehr nahe im hydrostatischen Gleichgewichte und ihre brechende Wirkung hört in Höhen über der Erdoberfläche auf, die gegen den Erdhalbmesser sehr klein sind. So kann man die Atmosphäre als concentrisch geschichtet ansehen gegen einen Mittelpunkt, der in der Vertikale des Beobachters liegt. Wir erlauben uns also folgende Vernachlässigungen:

1) die Abplattung der Schichten als Niveauflächen zum Erdellipsoïd, wodurch die übereinander lagernden Schichten etwas gegeneinander geneigt sind.

2) die Abweichungen vom hydrostatischen Gleichgewichte, die durch längs der Niveauflächen bestehende Luftdruck- und Temperaturanomalieen hervorgerufen werden[2]).



(A. 404.)

Es wird hierdurch die Curve des Lichtstrahles eine ebene, die durch das Gestirn, das Zenith und das Auge des Beobachters geht, da ja offenbar alle Einfallslothe auch in einer Ebene liegen. Legen wir durch die drei genannten Punkte eine Ebene, die durch die Papierfläche repräsentirt sein möge, so befindet sich in S das Gestirn, das einen Strahl nach dem Beobachter in S' durch die Punkte A und A' sendet, in Z das Zenith. Die Punkte A und A' gehören

---

[1]) HARZER, Untersuchung über die astron. Strahlenbr. auf Grund der Differentialgleichungen der elastischen Lichtbewegungen in der Atmosphäre. Astr. Nachr. Bd. 104, pag. 65, 1883; Bd. 107, pag. 145, 1884; Bd. 146, pag. 376, 1898.

BRUNS, Zur Theorie der astron. Strahlenbrech. Berichte d. Kön. Sächs. Acad. d. W., Leipzig, Bd. II, pag. 164, 1891.

HAUSDORFF, Zur Theorie der astron. Strahlenbrech. Berichte d. Kön. Sächs. Acad. d. W., Leipzig, Bd. II, pag. 758, 1893.

[2]) Ueber die Berechtigung der ersten Vernachlässigung siehe man die genannten Abhandlungen; bezüglich der zweiten wird später eine Untersuchung erfolgen.

zwei zu der Erdoberfläche EE' concentrischen Kugelflächen an mit dem Mittelpunkte in O, der im Allgemeinen mit dem Erdcentrum nicht zusammenfällt, und sind so nahe gewählt, dass die benachbarten Kugelschalen I und II jede für sich constanten Brechungsindex besitzen. Gelangt nun der Strahl in den Punkt A, wo der Brechungsexponent μ herrschen soll und der von O um die Entfernung r abstehen möge, unter dem Einfallswinkel i auf die Schichte I, so wird er unter dem Brechungswinkel ε den Punkt A verlassen und unter dem Winkel i' auf die Schichte II im Punkte A', dessen Entfernung von O mit r' bezeichnet werden möge, auffallen. Es folgen aus dem kleinen Dreiecke $AA'O$ unter Anwendung des Brechungsgesetzes die folgenden Beziehungen:

$$\frac{\sin i}{\sin \varepsilon} = \frac{\mu'}{\mu} \text{ und } \frac{\sin \varepsilon}{\sin i'} = \frac{r'}{r}.$$

Hieraus ergiebt sich die fundamentale Relation der Refractionstheorie sofort:

$$\mu r \sin i = \mu' r' \sin i' = constans = \mu_0 a \sin z, \tag{1}$$

wenn man mit μ_0 den Brechungsexponenten am Beobachtungsorte, mit a dessen Entfernung von O und mit z den letzten Einfallswinkel bezeichnet, der offenbar der scheinbaren Zenithdistanz des Strahles gleichkommt. Diese Relation gilt für jeden Punkt des Lichtstrahles, wie immer der Brechungsexponent mit dem Radiusvector variirt, sogar Sprünge können auftreten, wenn nur die concentrische Schichtung gewahrt bleibt.

Ziehen wir nun die Gerade SS' zwischen Beobachter und Gestirn, so ist der Winkel $ZS'S = z_0$ die wahre Zenithdistanz und die Refraction R ergiebt sich nach obiger Definition aus der Gleichung:

$$R = z_0 - z.$$

Die wahre Zenithdistanz bleibt unbekannt und unsere Aufgabe ist, diese als Function der gegebenen scheinbaren Zenithdistanz z auszudrücken. Dies gelingt mit Hilfe eines Integralausdruckes ohne weiteres. Führen wir ein Polarcoordinatensystem ein mit der Axe OZ (Zenithlinie), dem Pole in O und dem Polarwinkel v, so ergiebt sich sofort aus dem kleinen Dreiecke $AA'O$, wenn man statt $i'i$ setzt und mit dr und dv das Differential des Radiusvectors und des Polarwinkels bezeichnet:

$$r\,dv = tang\, i\, dr \text{ oder: } dv = \frac{dr}{r}\, tang\, i.$$

Differenziren wir die Fundamentalgleichung (1) logarithmisch, multipliciren mit $tang\, i$ und berücksichtigen die eben gefundene Relation, so erhalten wir:

$$dv + \frac{d\mu}{\mu}\, tang\, i + di = 0.$$

Diese Gleichung können wir vom Beobachter S' bis zu dem Gestirne S integriren und es wird, da im Weltraume, also im Punkte S, $\mu = 1$ angenommen werden kann:

$$v_0 + \int_{\mu_0}^{1} \frac{d\mu}{\mu}\, tang\, i + i - z = z_0 - z + i_0 - \pi + \int_{\mu_0}^{1} \frac{d\mu}{\mu}\, tang\, i = 0$$

und:

$$R = z_0 - z = \int_{1}^{\mu_0} \frac{d\mu}{\mu}\, tang\, i - (i_0 - \pi). \tag{2}$$

Wir haben abkürzungshalber die Winkel

$$V_0 = \sphericalangle S'OS, \quad \pi = \sphericalangle OSS'$$

eingeführt. Es lässt sich nun zeigen, dass die Differenz $i_0 - \pi$ ausser bei dem Monde — und auch da nur in den grössten Zenithdistanzen wirksam[1]) — weggelassen werden kann, so dass die Refraction allein durch den Integralausdruck bestimmt ist. Die Refractionstafeln ergeben blos den Werth des Integrales; $i_0 - \pi$ stellt eine Correction dar, die noch an den Ort angebracht werden muss, wenn bereits die Tafelrefraction angebracht ist. Wir wollen nun die Grösse $i_0 - \pi$ bestimmen[2]).

Bezeichnet man die Entfernung des Gestirnes S von O mit Δ und wenden wir die Fundamentalgleichung (1) auf den Beobachter und den Punkt S an, so bestehen die Gleichungen:

$$\mu_0 a \sin z = \Delta \sin i_0$$
$$a \sin z_0 = \Delta \sin \pi.$$

Da i und π Winkel sind, die stets kleiner als 1° bleiben, so können wir zu den Bögen übergehen und daraus ergiebt sich die verlangte Differenz:

$$i_0 - \pi = \frac{a}{\Delta}(\mu_0 \sin z - \sin z_0).$$

$\frac{a}{\Delta}$ ist die Horizontalparallaxe des Gestirnes; der Klammerausdruck ist, da ja μ_0 wenig von der Einheit und die Sinusse auch wenig von einander abweichen, selbst für grosse Zenithdistanzen äusserst klein.

Denn es ist ja

$$z_0 = z + R,$$

wo R vierzig Bogenminuten nie übersteigt. Uebergeht man Grössen dritter Ordnung, so kann man obige Gleichung, wie folgt, schreiben[3]):

$$i_0 - \pi = \frac{a}{\Delta}\left[(\mu_0 - 1)\sin z - R\cos z + \frac{R^2}{2}\sin z\right] = \frac{a}{\Delta}\sin z\left[(\mu_0 - 1) - R\cot z + \frac{R^2}{2}\right]$$

Entnimmt man die der scheinbaren Zenithdistanz z entsprechenden Werthe der mittleren Refraction nach RADAU[4]) gültig für die Normalwerthe 0° C. und 760 *mm*, so folgen unter Anwendung der mittleren HANSEN'schen Horizontalparallaxe 57′ 3″ und des verbesserten BESSEL'schen Werthes $\mu_0 - 1 = 0{\cdot}00029315$[4]) nachstehende Correctionen an die von der Tafelrefraction bereits befreiten Mondorte:

Scheinbare Zenithdistanz	Correctionen $-(i_0 - \pi)$	Scheinbare Zenithdistanz	Correctionen $-(i_0 - \pi)$
50°	− 0″·002	82°	− 0″·056
55	− 0 ·003	84	− 0 ·092
60	− 0 ·004	86	− 0 ·171
65	− 0 ·006	88	− 0 ·389
70	− 0 ·010	89	− 0 ·652
75	− 0 ·017	90	− 1 ·200
80	− 0 ·037		

[1]) HANSEN, Ueber den Einfluss der Strahlenbrechung auf Sonnenfinsternisse und Sternbedeckungen, Astr. Nachr. Bd. 15, pag. 185, 1838.

[2]) EG. v. OPPOLZER, Ueber den Zusammenhang von Refraction und Parallaxe. Sitzber. Wien, Bd. CIX. Abth. IIa, 1900.

[3]) Diese Formel weicht von der HANSEN'schen ab, die hier gegebene Analyse ist die richtigere.

[4]) RADAU, Essai sur les refractions astronomiques, Ann. Obs. Paris, Vol. XIX, 1889.

Für andere Luftzustände sind diese Correctionen mit $\frac{b}{760}$ und $1 + 0{\cdot}0037\,t$ zu multipliciren, wenn b und t den jeweiligen Barometerstand in *mm* und die Temperatur in Celsius bedeuten. Für andere Mondparallaxen ebenso wie für andere Gestirne mit den Parallaxen p sind diese Correctionen mit dem Faktor $\frac{p}{3423}$ zu multlipliciren, z. B. bei der Sonne mit $\frac{1}{400}$, bei Eros im Maximum mit $\frac{1}{80}$, also für alle Gestirne ganz zu vernachlässigen. Sehr wohl wirkt aber diese Verschiebung des Ortes auf Finsternisse und Sternbedeckungen ein, wenn der Mond tief steht[1]).

Somit können wir auch die Refraction durch das Integral

$$R = + \int_1^{\mu_0} \frac{d\mu}{\mu} \, tang\, i \tag{3}$$

definiren und beim Monde dann die angegebenen Correctionen $i_0 - \pi$ anbringen. Unsere Grundgleichung (1) ergiebt:

$$tang\, i = \frac{sin\, i}{\sqrt{1 - sin^2 i}} = \frac{\mu_0 a}{\mu r} \, sin\, z \, \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\mu_0 a}{\mu r}\right)^2 sin^2 z}}.$$

Führen wir dies in das Refractionsintegral ein, so erhalten wir den Integralausdruck, auf welchem alle Refractionstheorien basiren:

$$R = \int_1^{\mu_0} \frac{\mu_0}{\mu r} \, sin\, z \, \frac{d\mu}{\mu} \, \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\mu_0 a}{\mu r}\right)^2 sin^2 z}}. \tag{4}$$

Die Auswerthung dieses Ausdruckes erfordert eine Beziehung zwischen dem Brechungsexponenten und dem Radiusvector. Gelingt es, eine solche zu finden, so ist die Aufgabe gelöst, weil im schlimmsten Falle das Hilfsmittel der mechanischen Quadratur angewendet werden kann.

Die physikalischen Erfahrungen führen auf einen Zusammenhang der Dichte (ρ) der Luft mit dem Brechungsexponenten (μ), die meteorologischen auf einen zwischen (ρ) und dem Radiusvector r, so dass auf indirekte Weise eine Beziehung zwischen r und μ aufstellbar ist. Da aber die Beziehung zwischen ρ und r wieder auf mehreren Grundlagen basirt, nämlich auf dem GAY-LUSSAC-MARIOTTE'schen Gesetze und einer Hypothese über die Abnahme der Temperatur mit r, welch' letztere von sehr zweifelhaftem Charakter ist, so erhält dann die schliesslich erhaltene Beziehung einen mehr oder weniger interpolatorischen Charakter. Aus diesem Grunde erscheint es, wie BRUNS[2]) empfohlen hat, gleich zweckmässiger eine Beziehung zwischen μ und r festzulegen, für die ein rein interpolatorischer Charakter aufgestellt wird. Wie der Integralausdruck zeigt, empfiehlt sich gleich das Produkt μr als unabhängige Variable einzuführen. Die vorläufig unbestimmt gelassenen Parameter der Interpolationsformel werden dann aus den Beobachtungen abgeleitet. Da letzteres noch nicht durchgeführt wurde, so wollen wir, obwohl die Brauchbarkeit der BRUNS'schen Methode erwiesen ist, doch den alten, üblichen Weg hier einschlagen; denn die Beobachtungen schliessen sich

---

[1]) S. dieses Werk: Artikel: Finsternisse Bd. I. pag. 768, 1897.

[2]) BRUNS, l. c.

den auf physikalischen Grundlagen gewonnenen Beziehungen so gut an, dass die aus den astronomischen Beobachtungen folgenden Parameter mit den aus den physikalischen folgenden fast übereinstimmen. Jedenfalls stellen die im folgenden zu gewinnenden Ausdrücke eine vollständig brauchbare Interpolationsformel dar.

Zusammenhang zwischen der Dichte ρ und dem Brechungswinkel μ.

Die neuesten Ergebnisse führen auf die einfache Beziehung

$$\mu - 1 = c'\rho,$$

wo c' eine für alle Luftzustände gültige Constante ist. Der Beziehung fehlt eine strenge theoretische Grundlage, sie ist aber bei dem Druck von 760 *mm* für das Temperaturintervall 0° — 80° C [1]), ferner bei der Temperatur von 21° C. resp. 16° C. für das Druckintervall 0—15000 *mm* [2]), resp. 0—3000 *mm* [3]) als vollständig gültig erprobt worden. Unter 0° wurde es nicht geprüft, was gerade für die Refraction wichtig wäre, nach den erwähnten Ergebnissen scheint aber ein Zweifel an der Gültigkeit unterhalb dieser Grenze nicht berechtigt. Für den Refractionsausdruck empfiehlt sich aber mehr das Gesetz:

$$\mu^2 - 1 = c\rho, \tag{5}$$

das auch den meisten Theorien zu Grunde liegt. Nun erhält μ im Maximum den Werth 1·0003, so dass die Unterschiede fast belanglos sind. Denn es ist ja:

$$c = c'(1 + \mu).$$

Wir wollen deshalb aus analytischen Gründen $\mu^2 - 1 = c\rho$ setzen.

Nun haben wir zu berücksichtigen, dass die Luft ein Gemenge von mehreren Gasen und Dämpfen ist. Doch spielt da nur der Wasserdampf eine Rolle, während der Einfluss der verschiedenen Vertheilung von Sauerstoff und Stickstoff in der Höhe, selbst in den grössten Zenithdistanzen, sehr klein ist [4]). Nach dem ARAGO-BIOT'schen Gesetze ist die Summe der brechenden Kräfte der einzelnen Gase gleich der brechenden Kraft des Gemenges:

$$\mu^2 - 1 = (\mu_1^2 - 1) + (\mu_2^2 - 1),$$

wenn mit μ_1 und μ_2 die Brechungsexponenten der trockenen Luft und des Wasserdampfes bezeichnet werden. Die brechenden Kräfte sind nun den Dichten proportional, demnach:

$$\mu^2 - 1 = c_1\rho_1 + c_2\rho_2,$$

wenn sich der Index 1 auf trockene Luft, der Index 2 auf den Wasserdampf beziehen. Herrschen die Partialdrucke p_1 und p_2, ferner die beiden Gasen gemeinsame absolute Temperatur $T = 273° + t$, so ist nach dem GAY-LUSSAC-MARIOTTE'schen Gesetze:

$$\rho_1 = \frac{p_1}{R_1 T} \text{ und } \rho_2 = \frac{p_2}{R_2 T}.$$

R_1 und R_2 sind für alle Zustände constant. Der Druck der feuchten Luft p wird durch das Barometer gemessen, das natürlich unter dem Drucke der beiden Gase steht, es muss daher

$$p = p_1 + p_2$$

sein. Die brechende Kraft der feuchten Luft wird daher, wenn die erwähnten Beziehungen eingeführt werden:

---

[1]) BENOIT, s. DUFET, Recueil de donnés numériques. Optique I. fasc., pag. 78, 1878.

[2]) CHAPPUIS u. RIVIÈRE, s. das eben genannte Werk DUFET's.

[3]) PERREAU, s. das eben genannte Werk DUFET's.

[4]) EG. v. OPPOLZER, Astr. Nachr. Bd. 135, pag. 159, 1894.

$$\mu^2 - 1 = \frac{c_1 p}{R_1 T}\left\{1 - \frac{p_2}{p}\left(1 - \frac{c_2}{c_1}\frac{R_1}{R_2}\right)\right\}$$

$1 - \frac{c_2}{c_1}\frac{R_1}{R_2}$ ist eine absolute Constante. Es ist offenbar

$$c_1 = \frac{[\mu_1^2] - 1}{[\rho_1]} \quad \text{und} \quad c_2 = \frac{[\mu_2^2] - 1}{[\rho_2]},$$

wo die Klammergrössen ausdrücken, dass sich die Grössen auf einen gewissen Normalzustand beziehen. Es ist weiter:

$$\frac{c_2}{c_1} = \frac{[\rho_1]}{[\rho_2]} \cdot \frac{[\mu_2^2] - 1}{[\mu_1^2] - 1} = \frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{[\mu_2^2] - 1}{[\mu_1^2] - 1}$$

und

$$\frac{c_2}{c_1}\frac{R_1}{R_2} = \frac{[\mu_2^2] - 1}{[\mu_1^2] - 1} = 0{\cdot}88\ ^{1)}.$$

Setzen wir nun, wie üblich, den Dampfdruck $p_2 = e$, so ergiebt sich schliesslich:

$$\mu^2 - 1 = \frac{c_1 p}{R_1 T}\left(1 - \frac{1}{8}\frac{e}{p}\right) \tag{6}$$

Da e 10 *mm* selten stark übersteigt und im Durchschnitte 6 *mm* in unseren Gegenden ist, p etwa 750 *mm*, so stellt der Klammerausdruck einen Correctionsfaktor an den Druck der feuchten Luft dar. Der Einfluss des Wasserdampfes kann also durch eine Correction des Barometerstandes leicht berücksichtigt werden[2]. Diese Correction beläuft sich im ungünstigsten Falle auf 2 *mm*, wird aber selten 1 *mm* betragen, so dass sie bei 80° Z. D. erst einige Zehntel Bogensecunden, bei 90° einige Einheiten der Bogensecunde in der Strahlenbrechung hervorruft. Der Wasserdampf wirkt aber noch auf andere Weise auf die Strahlenbrechung ein, jedoch in viel geringerem Maasse, worauf wir gleich zu sprechen kommen.

Die Vertheilung des Wasserdampfes ist selbst an ganz benachbarten Orten sehr verschieden. Der Dunstdruckmesser soll daher möglichst nahe dem Barometer sein[3], damit die obige Gleichung $p = p_1 + p_2$ erfüllt ist.

Eine Beziehung zwischen dem Radiusvector, der Dichte, dem Drucke und der Temperatur der Luft[4].

Zwischen dem Drucke p, der Dichte ρ und der Temperatur t in Celsius besteht nach Gay-Lussac-Mariotte folgende Gleichung:

$$\frac{p}{\rho(1 + mt)} = \text{constans}, \tag{7}$$

wenn m den Ausdehnungscoëfficienten der Luft bedeutet. Der Luftdruck wird durch die Höhe b der Quecksilbersäule im Barometer gemessen; diese muss auf 0° C. reducirt werden. Ist nun q die Dichte des Quecksilbers bei 0° C., g die Schwere am Beobachtungsorte, so wird der Luftdruck p aus der Gleichung

$$p = gqb \tag{8}$$

---

[1]) Mascart u. Lorenz finden denselben Werth, s. das citirte Werk von Dufet, pag. 74.

[2]) Radau, l. c., pag. 14; er giebt auch eine Correctionstabelle pag. 60.

[3]) Diese Bedingung ist wohl nie erfüllt, da meistens das Barometer in einem abgeschlossenen Saale hängt, während der Dunstdruck natürlich in freier Luft gemessen wird. Es ist nun gar keine Rede davon, dass im abgeschlossenen Saale auch nur annähernd der Dunstdruck herrscht, der in der freien Luft gemessen wird.

[4]) Ich folge hier der Betrachtungsweise, wie sie Oppolzer in der Abhandlung: Ueber die Theorie der astron. Refraction. Denkschr. Ak. Wien, Bd. LIII, 1886 gegeben hat.

bestimmbar sein. Erheben wir uns um die Höhe dr, so nimmt der Druck um dp ab. Diese Abnahme ist gleich dem Gewichte der Luftmasse, die in einem Cylinder mit der Basis gleich der Flächeneinheit und der Höhe dr enthalten ist. Das Gewicht ergiebt sich aus dem NEWTON'schen Attractionsgesetze, so dass

$$dp = -\left(\frac{a}{r}\right)^2 g\rho' dr$$

wird. Mit a sei der Krümmungsradius der Erdoberfläche am Orte der Beobachtung, mit ρ' die Dichte der feuchten Luft bezeichnet. In angegebener Formel haben wir die Zunahme der Fliehkraft mit der Höhe, den Einfluss etwaiger localer Schwereanomalieen, ferner den Zuwachs der Schwerkraft vernachlässigt, der dadurch entsteht, dass bei der Erhebung um dr die attrahirende Masse der Erde um die Masse der um die Erde laufenden Luftkugelschale von der Dicke dr wächst.

Setzen wir, was sich für die analytische Behandlung sehr empfiehlt, wie allgemein gebräuchlich

$$\frac{a}{r} = 1 - s \quad \text{oder} \quad s = 1 - \frac{a}{r}, \tag{9}$$

so lautet die eben gefundene Beziehung:

$$dp = -ag\rho' ds. \tag{10}$$

Die Dichte der feuchten Luft hängt mit der Dichte der trockenen Luft durch die Relation:

$$\rho' = \rho\left(1 - 0{\cdot}378\,\frac{e}{p}\right) \tag{11}$$

zusammen. Die Gleichung (7) gilt natürlich auch für den Normalzustand (p_0), (ρ_0) und $t_0 = 0°$ C., als welchen wir den Luftzustand bei 760 *mm* Barometerstand (reducirt auf 0° C.), unter der Breite von 45° an der Meeresoberfläche bei 0° C. festlegen. Es ist daher:

$$\frac{p}{\rho(1 + mt)} = \frac{(p_0)}{(\rho_0)} = \frac{p_0}{\rho_0(1 + mt_0)}, \tag{12}$$

wenn p_0, ρ_0 und t_0 die Zustandsgrössen für den Beobachtungsort bedeuten.

Differenziren wir, nachdem wir mit $\rho(1 + mt)$ hinübermultiplicirt haben, so erhalten wir:

$$dp = \frac{(p_0)}{(\rho^0)}\, d[\rho(1 + mt)].$$

Aus dieser Gleichung und der Gleichung (10) lässt sich dp eliminiren; es wird dann, wenn wir abkürzend

$$L(1 + \xi) = \frac{1}{ag}\,\frac{(p_0)}{(\rho_0)} \quad \text{und} \quad x = \frac{\rho}{\rho_0} \tag{13}$$

setzen:

$$-ds = L(1 + \xi)\,\frac{d[x(1 + mt)]}{x} \cdot \frac{1}{\left(1 - 0{\cdot}378\,\frac{e}{p}\right)} \tag{14}$$

Hiermit ist eine differentielle Beziehung zwischen dem Radiusvector $\left(s = 1 - \frac{a}{r}\right)$ der Dichte $\left(x = \frac{\rho}{\rho_0}\right)$ und der Temperatur t gewonnen. Der letzte Factor ist von ganz verschwindender Bedeutung; streng genommen ist der Dunstdruck e eine Funktion der Höhe, also von s: da aber $\frac{e}{p}$ stets kleiner als 0·02 angenommen werden kann, so lässt sich der Factor dadurch berücksichtigen, dass wir die Constanten $L(1 + \xi)$ um ganz geringes ändern; auf diese Weise

kann der Einfluss des Wasserdampfes auf die Dichteabnahme mit der Höhe in Rechnung gezogen werden. Auch hierfür giebt RADAU l. c. pag. 60 eine Tabelle. Bei 0° C. ist dieser Einfluss auf die Refraction:

z	
80°	0″·005 e
85	0 ·029 e
90	0 ·523 e

Die Constante L (1 + ξ) hängt von dem Krümmungsradius der Erdoberfläche und der Schwere ab; diese beiden letzteren Elemente lassen sich aber als Function der geographischen Breite φ, des Azimuthes A, in welchem die Beobachtung stattfindet, und der Seehöhe h des Beobachtungsortes darstellen.

Ist (a) der Krümmungsradius an der Meeresoberfläche in der Vertikalen des Beobachtungsortes, so resultirt unter Annahme der BESSEL'schen Erdgestalt

$$\frac{1}{(a)} = \overline{(3{\cdot}195357-10)} + \overline{(0{\cdot}718737-10)}\cos 2\varphi + \overline{(0{\cdot}417707-10)}(1+\cos 2\varphi)\cos 2A \quad (15)$$

Die überstrichenen Zahlen sind logarithmisch angesetzt. Der Krümmungshalbmesser a am Beobachtungsorte ist von der Seehöhe h abhängig, nämlich:

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{(a)} - \overline{(6{\cdot}3907-20)}\, h. \quad (16)$$

Hiermit ist die in der Constanten $L(1 + \xi)$ auftretende Grösse $\frac{1}{a}$ als Function der geographischen Breite, des Azimuthes und der Seehöhe festgelegt.

Bezeichnet (g) die Schwere unter dem 45. Parallel an der Meeresoberfläche, so ist nach der Gleichung (8) auch

$$(p_0) = (g)\, 0{\cdot}76\, q.$$

Es wird somit:

$$L(1+\xi) = \left[0{\cdot}76\, \frac{q}{(\rho_0)}\right] \frac{1}{a}\, \frac{(g)}{g}.$$

Die Klammergrösse ist eine absolute von der Lage des Beobachters unabhängige Constante. Nach REGNAULT ist:

$$(\rho_0) = 1{\cdot}292743\, gr.$$
$$q = 13595{\cdot}93\, gr.$$

daher:

$$\log\left[0{\cdot}76\, \frac{q}{(\rho_0)}\right] = 3{\cdot}902711. \quad (17)$$

Ferner lässt sich der Quotient $(g):g$ wieder als abhängig von der Breite und der Seehöhe darstellen, welch' letztere die Schwere in doppelter Hinsicht beeinflusst: erstens nimmt die Schwere blos in Folge der grösseren Entfernung vom Attractionscentrum ab, zweitens aber durch den Zuwachs von darunter liegendem Erdreich etwas zu. Berücksichtigt man dies, so wird:

$$\frac{(g)}{g} = 1 + (7{\cdot}411468-10)\cos 2\varphi + (3{\cdot}31533-10)h_e. \quad (18)$$

Hiermit ist in der Constanten $L(1 + \xi)$ alles klargelegt, und wir können nun alle Gleichungen (15), (16), (17) und (18) in eine zusammenziehen; dann erhält man einen constanten, von der Lage des Beobachters unabhängigen Theil, nämlich:

$$\log L = 7{\cdot}098068 - 10$$

und einen Factor in der Form 1 + ξ, wo nun

$$\xi = \overline{(7{\cdot}772049-10)}\cos 2\varphi + \overline{(7{\cdot}222350-10)}(1+\cos 2\varphi)\cos 2A + \overline{(2{\cdot}8981-19)}\, h$$

ist; hierdurch rechtfertigt sich die Form unserer Abkürzung bei der Gleichung (13). Der letzte Summand kann stets wegbleiben, so dass man ξ als unabhängig von der Seehöhe betrachten kann. In diesen Entwickelungen ist also die Abplattung der Erde berücksichtigt nur insofern, als die Vertikalschnitte durch Niveauflächen als concentrische Kreise angesehen werden, deren Krümmung von der Breite und dem Azimuthe abhängt, jedoch nicht in dem früher erörterten Sinne (pag. 549). Es mag hier vorausgeschickt werden, dass selbst die verschiedensten ξ bis 60° Z. D. in der Refraction nicht ein Hundertstel einer Bogensecunde, bei 70° einige Hundertstel, bei 80° schon Zehntel, im Horizonte über 10″ ausmachen können.

Die Integration der Gleichung (14) erfordert nun noch als letzten Schritt die Aufstellung einer Beziehung zwischen zwei Variablen, also eines Zusammenhanges zwischen der Temperatur und dem Radiusvector oder der Dichte und dem Radiusvector. Eine solche Beziehung heisst eine Hypothese über die Constitution der Atmosphäre.

Ueber die Constitution der Atmosphäre.

Es wird die Aufstellung eines Temperaturabnahmegesetzes gewöhnlich als der schwächste Punkt der Refractionstheorie angesehen. Es ist dies aber nur insofern berechtigt, als die Refractionen im Horizonte um einige Bogenminuten infolge Aenderungen des Temperaturgesetzes differiren können. Wenn man aber berücksichtigt, dass über 70° Z. D. die Güte der Beobachtungen rasch mit der Z. D. abnimmt und die exactesten Messungen erst in viel geringeren Z. D. stattfinden können, dann aber die Refractionen von dem Temperaturgesetze vollständig unabhängig sind, so wird man vom rein astronomischen Standpunkte der oben erwähnten Ansicht nicht beistimmen können. Die verschiedenen Refractionstheorieen unterscheiden sich hauptsächlich ausschliesslich durch die verschiedenen Hypothesen über die Constitution der Atmosphäre. Es sollen hier nur diese Theorien durchgeführt werden, nach denen in Gebrauch stehende Tafeln gerechnet sind oder deren analytische Durchführung die nötige Genauigkeit verbürgt. Eine treffliche Uebersicht über alle älteren Theorieen giebt das Buch von Bruhns, »Die astr. Strahlenbrechung in ihrer histor. Entwickelung«. Leipzig; 1861.

Ursprünglich nimmt Bessel für das Gesetz der Temperaturabnahme eine Exponentialfunction an. Er setzt:

$$\frac{1 + mt}{1 + mt_0} = e^{-\beta' s}\ [1]).$$

Führt man den aus dieser Gleichung folgenden Werth von $1 + mt$ in die Gleichung (14) ein, indem man abkürzend

$$L' = L(1 + \xi)$$

setzt und integrirt, so ergiebt die Integration:

$$x = \frac{\rho}{\rho_0} = e^{\beta' s - \frac{l(e^{\beta' s} - 1)}{L' \beta' (1 + mt_0)}}.$$

[1]) Diese Annahme macht auch v. Hepperger, »Zur Theorie der astr. Refraction« (Sitzber. Wien Ak. Bd. CII, Abth. IIa, pag. 321, 1893.) und sucht derselben eine theoretische Grundlage zu geben. In dieser Arbeit wird $s = \frac{r - a}{a}$ gesetzt, so dass gleich die zweiten Potenzen von s vernachlässigt werden, was, wie später gezeigt wird, selbst in mässigen Zenithdistanzen schon Fehler von mehreren Hunderteln der Bogensecunde, bei 70° Z. D. schon einen solchen von 0″·2 erzeugt.

Die Entwickelung nach Potenzen von s führt zu dem Ausdrucke:

$$x = \left[1 - \frac{1}{2}\frac{\beta' s^2}{L'(1+mt_0)} + \ldots\right] e^{-\left[\frac{1}{L'(1+mt_0)} - \beta'\right]s}.$$

Bessel behält nur das erste Glied bei. Dies ist aber für Zenithdistanzen über 80°, wie Gyldén[1]) nachgewiesen hat, nicht mehr gestattet. Bessel bestimmt nun

$$\beta = \frac{1}{L'(1+mt_0)} - \beta'$$

so, dass ein möglichster Anschluss an die astronomischen Beobachtungen stattfindet, ohne Rücksicht auf die meteorologischen Ergebnisse. Er findet für $\beta = 745{\cdot}747$ und sein Dichteabnahmegesetz lautet:

$$x = \frac{\rho}{\rho_0} = e^{-\beta s},$$

enthält demnach nur eine Constante. Dieses Gesetz hat genau dieselbe Form wie das Newton'sche, welches

$$\frac{1+mt}{1+mt_0} = constans = 1 \quad \text{oder} \quad t = t_0 \quad \text{und daher} \quad x = e^{-\frac{s}{L'(1+mt_0)}}$$

setzt und die isothermische Dichteabnahme darstellt. Die Bessel'sche Annahme kann man als eine isothermische Dichteabnahme auffassen, wo die auftretende Constante $L'(1+mt_0)$, »die Höhe der homogenen Atmosphäre«, den astronomischen Resultaten angepasst wird. Es ist daher nicht zu verwundern, dass den meteorologischen Resultaten nicht genügt wird, da Bessel nichts anderes als einen brauchbaren interpolatorischen Ausdruck aufstellen wollte. Ueber 85° Z. D. konnte Bessel mit seinem Gesetze keinen Anschluss mehr erreichen, weshalb auch seine Tafelwerthe über diese Z. D. bis zu dem Horizonte auf rein empirischem Wege erhalten wurden.

Laplace[2]) führt zwei willkürliche Constanten f und m ein, indem er

$$x = \frac{\rho}{\rho_0} = \left(1 + \frac{f}{m}u\right) e^{-\frac{u}{m}} \text{ und } u = s - \alpha(1-x) \qquad \begin{matrix} f = +\,0{\cdot}49039 \\ m = 0{\cdot}00074182[illegible] \end{matrix}$$

setzt; hierdurch erreicht er guten Anschluss an die astronomischen und meteorologischen Ergebnisse.

Gyldén[3]) legt eine Potenzreihe:

$$\frac{1+mt}{1+mt_0} = 1 - \beta_1 s + \beta_2 s^2 - \ldots\ldots$$

zu Grunde, wählt ziemlich willkürlich $\beta_2 = \frac{1}{4}\beta_1^2$, so dass sein Gesetz die Form

$$\frac{1+mt}{1+mt_0} = (1 - \tfrac{1}{2}\beta s)^2 \qquad (\beta = 120) \qquad 1[illegible]$$

annimmt und nur eine Constante enthält. Diesen Ausdruck in die Gleichung (14) einführend, erhält man durch Integration folgende Dichteabnahme:

$$x = \frac{\rho}{\rho_0} = (1 - \tfrac{1}{2}\beta s)^2\, e^{-\frac{s}{L'(1+mt_0)(1-\frac{1}{2}\beta s)}}.$$

Auch dieses Gesetz schliesst sich in jeder Hinsicht sehr gut an und besitzt den Vortheil, nur eine Constante zu besitzen, aber den Nachtheil von complicirter Form zu sein.

---

[1]) Gyldén, Ueber die Bessel'sche Refraction. Astr. Nachr. Bd. 100, pag. 54; 1881.

[2]) Laplace, Mec. cél. Tom. IV, pag. 293; 1845.

[3]) Gyldén, Untersuchungen über die Constitution der Atmosphäre. Mem. Ak. Petersb. VII. Ser. Tom. X, pag. 1; 1866.

IVORY[1]) stellt sofort eine lineare Beziehung zwischen der Temperatur und der Dichte her, nämlich:

$$\frac{1+mt}{1+mt_0} = 1 - f(1-x) \qquad (\text{RADAU } f = 0{\cdot}2), \tag{20}$$

was, wie ja die Gleichung (14) unmittelbar zeigt, sehr practisch ist. Denn führt man dieses Gesetz wieder in die Gleichung (14) ein und integrirt, so ergiebt sich:

$$-s = L'(1+mt_0)(1-f)\log x - 2fL'(1+mt_0)(1-x).$$

In einem ähnlichen Verhältnisse wie die BESSEL'sche zur NEWTON'schen Hypothese steht auch die OPPOLZER'sche[2]) zur IVORY'schen. Beide gehorchen demselben analytischen Ausdrucke, aber die Constanten werden anders bestimmt. OPPOLZER nimmt an, dass die Beziehung

$$\frac{dt}{d\rho} = constans = \varepsilon$$

besteht, das ist eine Differentialgleichung, der auch IVORY's Annahme genügt. Die Integration ergiebt:

$$t = \varepsilon\rho + C$$

und für den Beobachtungsort:

$$t_0 = \varepsilon\rho_0 + C.$$

Aus beiden Gleichungen erhält man das OPPOLZER'sche Temperaturgesetz:

$$t = C + (t_0 - C)\,x \qquad \left(\text{OPPOLZER } C = -50^\circ,\ x = \frac{\rho}{\rho_0}\right). \tag{21}$$

Auch diesem Gesetze gehorchen die meteorologischen Resultate vorzüglich. Es ist dem in der Meteorologie angewendeten MENDELJEFF'schen Gesetze sehr verwandt, welches für x nicht das Verhältniss der Dichten, sondern der Drucke setzt und auch der Refractionstheorie von KOWALSKI zu Grunde liegt. In die Gleichung (14) hiermit eingegangen, führt die Integration zu dem Ausdrucke:

$$-s = L'(1+mC)\log x - 2L'(t_0 - C)m(1-x).$$

Ein Vergleich mit IVORY zeigt, dass hier wesentliche Unterschiede vorliegen. Der Factor von $\log x$ ist bei OPPOLZER vom Luftzustande unabhängig, bei IVORY nicht. Die folgenden Betrachtungen werden die numerischen Unterschiede der verschiedenen Gesetze deutlicher darthun.

Wir wollen in der Folge eine von den erwähnten Hypothesen in den Integralausdruck (4) einführen, und müssen uns nun für eine entscheiden.

Vor allem muss ein Dichteabnahmegesetz die astronomischen Beobachtungen in allen Zenithdistanzen darstellen. Dies thut das BESSEL'sche nur bis 85° Z. D.; es ist daher zu verlassen; die anderen besprochenen leisten es in genügender Uebereinstimmung. Ein zweiter Punkt ist der, dass möglichst wenig willkürliche Constanten auftreten; bei LAPLACE treten zwei solche auf, bei GYLDÉN, IVORY und OPPOLZER nur eine; drittens soll das Gesetz auch analytische Vortheile bei der Integration bieten; nun, da ist die IVORY-OPPOLZER'sche Form allen anderen vorzuziehen, weil diese unmittelbar einen einfachen Zusammenhang zwischen der Dichte und dem Radiusvector herstellt. Wenn alle diese Vortheile erfüllt sind, werden erst meteorologische Gesichtspunkte eine Rolle spielen. Man wird sich dann für dieses Gesetz entscheiden, das die meteorologischen Vorgänge in grossen Zügen getreu wiedergiebt. Behandeln wir von diesem Gesichtspunkte die GYLDÉN'schen, IVORY'schen und OPPOLZER'schen

[1]) IVORY, On the theory of the astr. refraction. Phil. Trans., pag. 169; 1838.

[2]) OPPOLZER, Ueber die astronomische Refraction, Denkschr. Wien. Ak. Bd. LIII; 1886.

Annahmen, so sind wir genöthigt, diese so darzustellen, dass die Temperatur als Function der Höhe explicit gegeben erscheint. Die GYLDÉN'sche leistet dies sofort; es ist ja:

$$\frac{1 + mt}{1 + mt_0} = (1 - \tfrac{1}{2}\beta s)^2$$

oder

$$t_0 - t = \frac{1 + mt_0}{m}\beta s - \tfrac{1}{4}\frac{1 + mt_0}{m}\beta^2 s^2 .$$

Führen wir die Höhe h statt s ein, so ergiebt sich, da

$$s = 1 - \frac{a}{r} = \frac{h}{r} = \frac{h}{a} - \left(\frac{h}{a}\right)^2$$

ist:

$$t = t_0 - \frac{1 + mt_0}{m}\frac{\beta}{a}h + \tfrac{1}{4}\frac{1 + mt_0}{m}\frac{\beta^2}{a^2}\left(1 + \frac{4}{\beta}\right)h^2 .$$

Für die IVORY-OPPOLZER'sche Annahme, die sich beide in die Form

$$- s = M \log x - N(1 - x) \ldots . \qquad \left(x = \frac{\rho}{\rho_0}\right)$$

bringen lassen, sind Entwickelungen für unseren Zweck nöthig. Setzen wir:

$$x = 1 - w,$$

wo w für die unteren Schichten klein ist, so erhalten wir:

$$- s = M \log(1 - w) - Nw.$$

Entwickeln wir nach Potenzen von w, so wird:

$$s = (M + N)w + M\left(\frac{w^2}{2} + \frac{w^3}{3} + \ldots\right).$$

Kehren wir diese Reihe um und bleiben bei der zweiten Potenz stehen, ergiebt sich:

$$w = \frac{1}{M + N}s - \tfrac{1}{2}\frac{M}{(M + N)^3}s^2,$$

und durch Einführung von h:

$$w = \frac{1}{M + N}\frac{h}{a} - \left\{\tfrac{1}{2}\frac{M}{(M + N)^3} + 1\right\}\frac{h^2}{a^2} .$$

Bei IVORY ist nun nach der Gleichung (20 pag. 559)

$$x = \frac{m(t - t_0)}{f(1 + mt_0)} - 1$$

und

$$w = 1 - x = \frac{m(t_0 - t)}{f(1 + mt_0)}, \quad M = L'(1 + mt_0)(1 - f), \quad N = 2fL'(1 + mt_0)$$

Dies in die eben erhaltene Reihe eingesetzt, ergiebt die verlangte Beziehung

$$t = t_0 - \frac{1}{mL'a}\cdot\frac{f}{1+f}h + \left\{\tfrac{1}{2}\frac{f(1 - f)}{(1 + f)^3}\frac{1}{mL'^2a^2(1 + mt_0)} + \frac{f}{1+f}\frac{1}{mL'a^2}\right\}h^2$$

Ebenso folgt bei OPPOLZER:

$$x = \frac{t - C}{t_0 - C}, w = \frac{t_0 - t}{t_0 - C}, \ M = L'(1 + mC), \ N = 2(t_0 - C)mL'$$

und

$$t = t_0 - \frac{t_0 - C}{1+m(2t_0 - C)}\cdot\frac{1}{L'a}h + \left\{\tfrac{1}{2}\frac{1 + mC}{L'[1+m(2t_0 - C)]^2} + 1\right\}\frac{t_0 - C}{1+m(2t_0 - C)}\frac{1}{L'a^2}h^2$$

Die Temperaturabnahmen in den unteren Schichten werden also hauptsächlich durch den Coëfficienten von h gegeben sein, und diese enthalten, Ivory ausgenommen, die Temperatur des Beobachtungsortes t_0. Wie stark nun diese

Einfluss ist, ergiebt die Einsetzung der numerischen Werthe; man erhält (h in *km*) für:

	$t_0 = -20°$ C (Winter)	$t_0 = 0°$ C	$t_0 = +20°$ C (Sommer)
Gyldén:	$t = -20° - 4{\cdot}769\,h + 0{\cdot}023\,h^2$	$t = -5{\cdot}145\,h + 0{\cdot}025\,h^2$	$t = 20° - 5{\cdot}522\,h + 0{\cdot}027\,h^2$
Ivory:	$t = -20° - 5{\cdot}702\,h - 0{\cdot}215\,h^2$	$t = -5{\cdot}702\,h - 0{\cdot}199\,h^2$	$t = 20° - 5{\cdot}702\,h - 0{\cdot}186\,h^2$
Oppolzer:	$t = -20° - 4{\cdot}116\,h - 0{\cdot}187\,h^2$	$t = -5{\cdot}702\,h - 0{\cdot}199\,h^2$	$t = 20° - 6{\cdot}943\,h - 0{\cdot}193\,h^2$

Anschaulicher zeigt dies folgende Tabelle.

Höhe in Metern.	Gyldén						Ivory						Oppolzer					
	Winter $t_0 = -20°$		$t_0 = 0°$		Sommer $t_0 = +20°$		Winter $t_0 = -20°$		$t_0 = 0°$		Sommer $t_0 = +20°$		Winter $t_0 = -20°$		$t_0 = 0°$		Sommer $t_0 = +20°$	
	$t_0 - t$	t	$t_0 - t$	t	$t_0 - t$	t	$t_0 - t$	t	$t_0 - t$	t	$t_0 - t$	t	$t_0 - t$	t	$t_0 - t$	t	$t_0 - t$	t
0 *m*	0°	−20°	0°	0°	0°	+20°	0°	−20°	0°	0°	0°	+20°	0°	−20°	0°	0°	0°	+20°
1000	5	−25	5	−5	5	+15	5	−25	6	−6	6	+15	4	−24	6	−6	7	+13
2000	9	−29	10	−10	11	+9	11	−31	11	−11	11	+9	7	−27	11	−11	13	+7
3000	14	−34	15	−15	16	+4	15	−35	15	−15	15	+5	11	−31	15	−15	19	+1
4000	19	−39	20	−20	22	−2	19	−39	20	−20	20	0	13	−33	20	−20	25	−5
5000	23	−43	25	−25	27	−7	23	−43	24	−24	24	−4	16	−36	24	−24	30	−10
6000	28	−48	30	−30	33	−13	26	−46	27	−27	28	−8	18	−38	27	−27	35	−15
7000	32	−52	35	−35	37	−17	29	−49	30	−30	31	−11	20	−40	30	−30	39	−19
8000	37	−57	40	−40	42	−22	32	−52	33	−33	34	−14	21	−41	33	−33	43	−23
9000	41	−61	44	−44	47	−27	34	−54	35	−35	36	−16	22	−42	35	−35	47	−27
10000	45	−65	49	−49	52	−32	36	−56	37	−37	38	−18	22	−42	37	−37	50	−30
Grenze d. Atmosphäre	253	−273	273	−273	293	−273	51	−71	55	−55	59	−39	35	−55	55	−55	75	−55

Für die Oppolzer'sche Constante C setzte ich, um mit Ivory vollständig vergleichbar zu bleiben, den Werth, der den Coëfficienten h in beiden Gesetzen gleichmacht, es findet dies für $C = -54°{\cdot}6$ statt. Die Temperaturen an den Grenzen der Atmosphäre folgen aus den strengen Gesetzen, indem man $x = 0$ setzt, und bei Gyldén, indem man $s = 1$ setzt.

Diese Tabelle ist sehr lehrreich; sie zeigt vor allem, dass die beobachteten Temperaturabnahmen in den unteren Schichten in allen drei Gesetzen dargestellt werden, und dass die Gyldén'schen und Ivory'schen Abnahmen einen interpolatorischen Charakter besitzen; denn die Temperaturschwankungen an der Erdoberfläche erstrecken sich nämlich in gleicher Amplitude bis in die grössten Höhen, ja bei Ivory bis zur Grenze hinauf. Bei Oppolzer nehmen sie ab und verschwinden bei etwa 16 *km*. Beistehende Tabelle wird dies wieder besser darthun.

Temperatur-Unterschiede zwischen Sommer und Winter oder Jahresschwankung.

Höhe in *m*	Gyldén	Ivory	Oppolzer	Höhe in *m*	Gyldén	Ivory	Oppolzer
0	40°	40°	40°	7000	35	38	21
1000	40	40	37	8000	35	38	18
2000	38	40	34	9000	34	38	15
3000	38	40	32	10000	33	38	12
4000	37	39	28	Grenze der Atmosphäre	0	32	0
5000	36	39	26				
6000	35	38	23				

Ferner zeigt sich auch, dass das quadratische Glied bei GYLDÉN belanglos ist, und ebensogut hätte GYLDÉN, wie FABRITIUS[1]) bemerkt,

$$\frac{1 + mt}{1 + mt_0} = 1 - \beta s$$

setzen können, ohne an den Refractionen etwas zu ändern. Auf diese wirken nämlich nur die Temperaturabnahmen bis 8 *km* Höhe hinauf; über diese Höhe ist eine Annahme über die Abnahme einflusslos. Man sieht dies nach ähnlichen Betrachtungen, wie sie FABRITIUS[2]) angestellt hat, auf folgende Weise ein:

Derselbe Strahl, der unten horizontal verläuft ($z = 90°$), wird einem Beobachter in der Höhe $h = 8$ *km* schon unter kleinerer Zenithdistanz i aufzufallen scheinen. Diese findet sich aus dem Fundamentalgesetz (1) pag. 550:

$$\mu_0 a \sin z = \mu(a + h) \sin i.$$

In der Höhe $h = 8$ *km* ist die Dichte etwa $\frac{4}{10}$ von der an der Erdoberfläche, also:

$$\mu = 1 + c\rho = 1 + 0{\cdot}4 c\rho_0 = 1 + (\mu_0 - 1)\tfrac{4}{10}$$

und daher:

$$\frac{\sin i}{\sin z} = 1 - 0{\cdot}00011.$$

Man erhält folgende kleine Tafel:

z	i
80°·0	79·6
82 ·0	81·6
84 ·0	83·4
86 ·0	85·2
88 ·0	86·7
89 ·0	87·1
90 ·0	87·3

Ein unten horizontaler Strahl ($z = 90°$) trifft demnach in 8 *km* Höhe mit einer scheinbaren Zenithdistanz von 87°·3 auf. Eine Aenderung der Temperaturabnahme von 1° pro *km*, ergiebt nach RADAU's Tafeln etwa + 2″ Differenz. Nehmen wir selbst gar keine Temperaturabnahme von dieser Höhe ab an, so giebt dies an der Erdoberfläche einen Fehler von + 11″·4. Nun ist die Dichte in der Höhe von 8 *km* vierzehntelmal so klein als unten, daher auch die Refractionen und deren Aenderungen; es entsteht also in der Höhe von 8 *km* ein Fehler von $11''{\cdot}4 \times \frac{4}{10} = 4''{\cdot}6$, der bereits innerhalb des mittleren Fehlers einer Beobachtung in der Zenithdistanz von 80° liegt und viermal so klein ist als letzterer. Daraus folgt, dass GYLDÉN's quadratisches Glied entfallen kann, ferner dass man das GYLDÉN'sche und IVORY'sche Gesetz trotz ihres interpolatorischen Characters ganz gut beibehalten kann, dass Betrachtungen über die Temperatur in den höchsten Schichten oder an der Grenze der Atmosphäre kein Kriterium für ein astronomisches Temperaturgesetz abgeben können — und dass nur die Temperaturabnahmen in den ersten Kilometern von nicht zu vernachlässigendem Einflusse sind und auch dann nur, wenn man sich in den Z. D. von 80—90° bewegt[3]).

[1]) FABRITIUS, Die astronomische Refraction bei Annahme einer constanten Temperaturabnahme, Astr. Nachr., Bd. 93, pag. 17. 18.

[2]) l. c.

[3]) So hat BAUSCHINGER gefunden, dass die Beobachtungen, obwohl sie bis zur Z. D. von 89° gehen, nicht über die GYLDÉN'sche oder IVORY'sche Hypothese entscheiden können.

Es haben nun die meteorologischen Beobachtungen von Gebirgsstationen eine jährliche Schwankung der Temperaturabnahmen ergeben und zwar im Winter eine Abnahme von 4°·5, im Sommer eine solche von 7°·2 pro *km* (abgeleitet aus Höhen über 3000 *m*) also eine Schwankung, die in der freien Atmosphäre wahrscheinlich noch stärker ausgeprägt sein wird. Die Gebirgsstationen deuten also auf eine jährliche Aenderung der Temperaturabnahmen von etwa 3°, dies ergiebt folgende Schwankungen in beistehenden Zenithdistanzen:

z	Schwankung der Zenithdistanz Winter—Sommer
85°	— 1″·0
86	— 2 ·0
87	— 4 ·4
88	— 11 ·0
89	— 30 ·6
90	— 96 ·0

Das sind bereits merkbare Unterschiede, die wahrscheinlich in Anbetracht der stärkeren Variationen in der freien Atmosphäre noch grösser sind. Es ist Fuss[1]) gelungen, wenn auch seine Beobachtungen nicht ganz einwandfrei sind, durch astronomische Beobachtung eine jährliche Schwankung in Pulcowa zu constatiren, indem er für die verschiedenen Jahreszeiten folgende β, die Gyldén'sche Constante, und daraus folgende Temperaturabnahmen pro *km* gefunden hat:

	β	Temperaturabnahme pro km.
Januar	72	2°·4
Februar	94	1 ·9
März	106	3 ·5
April	126	4 ·3
Mai	150	5 ·2
Juni	174	6 ·2
Juli	199	7 ·1
August	209	7 ·6
September	196	6 ·9
October	108	3 ·7
November	72	2 ·4
December	66	2 ·2

Die Schwankung ist sehr stark ausgeprägt, entspricht aber ihrem Sinne nach ganz den meteorologischen Resultaten: im Winter äusserst geringe, im Sommer starke Temperaturabnahmen. Die Zahlen selbst sind sehr unverlässlich, weil die Beobachtungen nur bis 89° Z. D. gehen, und auch noch aus anderen später zu erörternden Fehlerquellen. Immerhin zeigt aber die Theorie und die Beobachtung die Nothwendigkeit der Einführung eines jährlichen Gliedes, das die jährliche Schwankung der Temperaturabnahme darstellt. Gyldén hat deshalb schon ein solches in der Form[2])

$$m\,(t_0 - T_0)\,e^{-\frac{k}{t}}$$

in Vorschlag gebracht, wo die Grössen T_0 die mittlere Temperatur des Beobachtungstages und k eine Constante (etwa 8000) ist, die übrigen Grössen die

[1]) Fuss, Beobachtungen u. Untersuchungen über die astron. Strahlenbr. in der Nähe des Horizontes. Memoires Ac. Petersb. VII Ser. Tom. XVIII. No. 3; 1872. —

[2]) Gyldén, l. c., pag. 26.

bekannten Bedeutungen besitzen. Betrachten wir nun das Verhalten der drei Gesetze, so ergiebt sich das überraschende Resultat, dass das OPPOLZER'sche bereits die jährliche Schwankung enthält und keines solchen Gliedes bedarf. Das IVORY'sche zeigt gar keine Schwankung. Mir erscheint dieser letztere Punkt geeignet, dem OPPOLZER'schen Gesetz, das alle Vortheile des IVORY'schen in sich schliesst, den Vorzug zu geben. Dies eben erwähnte Merkmal des OPPOLZER'schen Gesetzes würde einen fast verleiten, demselben eine physikalische Grundlage zuzuschreiben; in der That hat dies MAURER[1]) versucht. Wir werden also in das Refractionsintegral das OPPOLZER'sche Gesetz einführen und gehen nun zur Behandlung dieses Integrals über.

Setzen wir

$$L(1+\xi)(1+mC)=B$$
$$2L(1+\xi)(t_0-C)m=\beta,$$

so lautet das OPPOLZER'sche Dichtegesetz, wie es in der Folge benützt werden wird:

$$-s=B\log x-\beta(1-x). \qquad (22)$$

Wir haben in den behandelten Dichteabnahmegesetzen Beziehungen zwischen $x=\frac{\rho}{\rho_0}$ und s erhalten; da nun nach der Gleichung (5) pag. 553 $\mu^2-1=(\mu_0^2-1)x$ ist, so geben diese Gesetze sofort eine Gleichung zwischen dem Brechungsexponenten und der Grösse s. Führen wir letztere Grösse in das Integral (4) ein, so lautet dieses:

$$R=\int_1^{\mu_0}\frac{d\mu}{\mu}\cdot\frac{\mu_0}{\mu}(1-s)\sin z\left\{1-\frac{\mu_0^2}{\mu^2}(1-s)^2\sin^2 z\right\}^{-\frac{1}{2}}$$

Indem wir nun die GYLDÉN'sche, IVORY'sche oder OPPOLZER'sche Annahme einsetzen, wird unser Integral eine Quadratur, womit eigentlich die Aufgabe als theoretisch gelöst betrachtet werden kann. Es wird jedoch von praktischer Nothwendigkeit sein, für dieses Integral Reihenentwickelungen zu bekommen, deren numerische Behandlung nicht so weitläufig ist, wie die mittelst Quadratur; wir müssen bedenken, dass μ_0, z und die in den Temperaturgesetzen auftretenden Parameter mit den herrschenden Luftzuständen variiren; für alle diese die Quadratur numerisch auszuführen, wäre eine nicht zu leistende Arbeit.

Behandlung des Refractionsintegrals.

Meistens (BESSEL, OPPOLZER) wird mit $\frac{\mu}{\mu_0}$ multiplicirt und in den Wurzelausdruck hineindividirt, ferner unter dem Wurzelzeichen die Identität:

$$0=\sin^2 z+\cos^2 z-1$$

benützt. Man erhält dann:

$$R=\int_1^{\mu_0}\frac{d\mu}{\mu}\frac{(1-s)\sin z}{\sqrt{\cos^2 z-\left(1-\frac{\mu^2}{\mu_0^2}\right)+(2s-s^2)\sin^2 z}}.$$

Oder man nimmt im Wurzelausdruck einige Transformationen vor (KABAT) und bekommt:

---

[1]) MAURER, Met. Zeitschr. Maiheft. 1886.

$$R = \int\limits_1^{\mu_0} \frac{d\mu}{\mu^2} \frac{\mu_0 (1-s) \sin z}{\sqrt{\cos^2 z + \frac{2s - s^2 - \left(1 - \frac{\mu^2}{\mu_0^2}\right)}{\frac{\mu^2}{\mu_0^2}} \sin^2 z}}.$$

Endlich, man schreibt sofort:

$$R = \int\limits_1^{\mu_0} \frac{d\mu}{\mu} \frac{\mu_0}{\mu} \frac{(1-s) \sin z}{\sqrt{\cos^2 z + \sin^2 z \left[1 - \frac{\mu_0^2}{\mu^2}(1-s)^2\right]}}$$

und setzt nach dem Vorgange von GYLDÉN:

$$\cot^2 z = \omega \frac{(1-c)^2}{2c},$$

wo ω ein constanter Factor, c eine von z abhängige Function ist, und

$$1 - \frac{\mu_0^2}{\mu^2}(1-s)^2 = \varepsilon$$

eine jedenfalls kleine Grösse. Hierdurch erhält das Integral die für die Entwickelung nach dem Principe der Kugelfunctionen taugliche Form:

$$R = \sqrt{\frac{2c}{w}}\, \mu_0 \int\limits_1^{\mu_0} \frac{d\mu}{\mu} \frac{(1-s)}{\sqrt{1 - 2c(1-\varepsilon) + c^2}}.$$

Jede Ausgangsform hat ihre Vortheile, die noch durch folgende Beziehungen beleuchtet werden. Wir setzen

$$\alpha = \tfrac{1}{2} \frac{c\rho_0}{1 + c\rho_0} = \tfrac{1}{2} \frac{\mu_0^2 - 1}{\mu_0^2},$$

eine in der Folge wichtige Constante, daraus ergiebt sich:

$$1 - \frac{\mu^2}{\mu_0^2} = 2\alpha\left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right) = 2\alpha(1-x)$$

und

$$\frac{d\mu}{\mu} = \alpha \frac{\mu_0^2}{\mu^2} dx = \frac{\alpha}{1 - 2\alpha(1-x)} dx.$$

Durch diese Beziehungen wird bei Benützung

der ersten Form:

$$R = \int\limits_1^{\mu_0} \frac{\alpha(1-s)}{1 - 2\alpha(1-x)} \frac{dx}{\sqrt{\cot^2 z - \frac{1}{\sin^2 z} 2\alpha(1-x) + 2s - s^2}}$$

der zweiten:

$$R = \alpha \int\limits_1^{\mu_0} \frac{1}{(1 - 2\alpha w)^{\frac{3}{2}}} \frac{1 - u + 2\alpha w}{\sqrt{\cot^2 z + 2u - (u - \alpha w)^2}} dx,$$

wenn kleine Glieder unter den Wurzelzeichen, die die Producte von $u\alpha\omega$ und $(u - \alpha\omega)^2 \alpha\omega$ enthalten, weggelassen werden.

Wir wollen uns für die erste Form in der Folge entscheiden, weil nicht sofort Vernachlässigungen, die schwer anfangs zu übersehen sind, gemacht werden, wie bei der zweiten. Diese letztere hätte aber den grossen Vorzug, dass alle Grössen von z unabhängig sind und dieses allein nur in $\cot^2 z$ auftritt. Die erste

Form besitzt aber wieder den Vorzug, dass die Grössen x und s getrennt unter dem Wurzelzeichen auftreten.

Um das Integrationszeichen zu ersparen, gehen wir zum Differential der Refraction über, sodass

$$dR = \frac{\alpha}{1 - 2\alpha(1 - x)} \frac{(1 - s)\,dx}{\sqrt{cot^2 z - \frac{1}{sin^2 z} 2\alpha(1 - x) + 2s - s^2}}$$

die Ausgangsgleichung bilden soll.

Vorerst kann man schreiben[1]):

$$\frac{\alpha}{1 - 2\alpha(1 - x)} = \frac{\alpha}{1 - \alpha} + \frac{\alpha^2(1 - 2x)}{(1 - \alpha)^2} + \ldots,$$

wobei man mit den angesetzten Gliedern der Reihe ausreicht, da der numerische Werth von $\frac{\alpha}{1 - \alpha}$ den Werth von 0·0003 nicht überschreitet. Da s höchstens den Werth von 0·01 erreicht, das ist in einer Höhe von etwa 64 *km*, wo die brechende Kraft der Luft schon unmerklich ist, wird man, ohne mehr als Grössen dritter Ordnung zu vernachlässigen, schreiben können:

$$dR = dR_1 + dR_2 + dR_3 + dR_4,$$

wobei

$$dR_1 = + \frac{\alpha}{1 - \alpha} \frac{dx}{\sqrt{cot^2 z - \frac{2\alpha}{sin^2 z}(1 - x) + 2s}}$$

$$dR_2 = + \frac{\alpha}{1 - \alpha} \frac{1}{2} \frac{s^2\,dx}{\sqrt{cot^2 z - \frac{2\alpha}{sin^2 z}(1 - x) + 2s}}$$

$$dR_3 = - \frac{\alpha}{1 - \alpha} \frac{s\,dx}{\sqrt{cot^2 z - \frac{2\alpha}{sin^2 z}(1 - x) + 2s}}$$

$$dR_4 = + \left(\frac{\alpha}{1 - \alpha}\right)^2 \frac{(1 - 2x)\,dx}{\sqrt{cot^2 z - \frac{2\alpha}{sin^2 z}(1 - x) + 2s}}$$

ist.

Diese Entwickelung nach Potenzen von s wird allgemein angewendet. Das erste Glied giebt die Refraction selbst im Horizonte auf 2″ genau, während die übrigen Glieder je einige Zehntel geben. Das Glied dR_2 beeinflusst die Refraction bei grossen Zenithdistanzen nur um einige Zehntel Bogensecunden, nimmt aber mit kleiner werdender Zenithdistanz sehr langsam ab und beträgt bei 70° noch 0″·2. Dieses Glied wurde sogar in der Gyldén'schen Theorie übersehen und von Oppolzer bemerkt. Radau hat es bereits berücksichtigt und gezeigt, dass, wenn eine Beobachtungsreihe auf Tafeln basirt, die dieses Glied vernachlässigen, wie z. B. die Bessel'schen oder die Pulkowaer, die Constante der Refraction um 0″·075 zu klein erhalten wird. Diese letztere Constante ist definirt durch:

$$\text{Refractionsconstante}^{2)} = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_0} = \frac{\mu_0^2 - 1}{\mu_0^2 + 1},$$

[1]) In den folgenden Entwickelungen schliesse ich mich ganz an Oppolzer (l. c.) an.

[2]) Es wird auch die Constante α_0 als Refractionsconstante bezeichnet, auch wird sie nicht immer auf den hier gewählten Normalzustand bezogen, siehe darüber später am Schlusse.

gültig für einen gewissen Normalzustand der Luft, als den wir hier die Temperatur von 0° C., den Luftdruck von 760 *mm* unter der Breite von Paris an der Meeresfläche ansehen. Diese Constante tritt, wie ja aus den Differentialformeln ersichtlich ist, vor alle Integrale.

Da nun dR_1 den wesentlichen Theil der Refraction bildet, möge es das Hauptglied der Refraction heissen, mit dessen Integration wir uns nun beschäftigen wollen.

Würden wir irgend eine der oben besprochenen Beziehungen zwischen s und x einführen, so zeigt sich, dass dieses Hauptglied eine Integration in geschlossener Form nicht zulässt. So erhält man z. B. durch Einführung der OPPOLZER'schen Annahme (22) pag. 564 noch abkürzend $\gamma = \beta - \frac{\alpha}{\sin^2 z}$ setzend:

$$dR_1 = \frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{dx}{\sqrt{\cot^2 z - 2B \log x + 2\gamma(1-x)}}.$$

Man wird daher zu Entwickelungen schreiten, die meistens (BESSEL, IVORY-RADAU, LAPLACE) durch Anwendung der LAGRANGE'schen Umkehrungsformel auf den Wurzelausdruck erhalten werden. OPPOLZER entwickelt nach einem kleinen Parameter, der unter gewissen atmosphärischen Zuständen sogar Null wird. Wir wollen letzteres Verfahren einschlagen, das sofort einen Einblick in die Convergenz der Entwickelung gewährt, was bei der Entwickelung nach LAGRANGE nicht so der Fall ist und zu einer Entdeckung geführt hat, die wir später besprechen wollen. Dieser Parameter ist die eben eingeführte Grösse

$$\gamma = \beta - \frac{\alpha}{\sin^2 z} = 2L(1+\xi)(t_0 - C)m - \frac{\alpha}{\sin^2 z}.$$

Führen wir nun eine neue Variable y durch die Gleichungen:

$$x = e^{-y}$$
$$\log x = -y$$
$$dx = -e^{-y} dy$$

ein, so bekommen wir:

$$dR_1 = -\frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{e^{-y} dy}{\sqrt{\cot^2 z + 2By + 2\gamma(1-e^{-y})}}.$$

Nun können wir, um diesen Ausdruck auf bekannte Functionen zurückzuführen, nach Potenzen von

$$\frac{\gamma}{B} = \frac{\beta}{B} - \frac{1}{\sin^2 z} \frac{\alpha}{B} = \frac{2(t_0 - C)m}{1+mC} - \frac{1}{\sin^2 z} \cdot \frac{\alpha}{L'(1+mC)}$$

entwickeln.

Die Verhältnisse in der Atmosphäre sind nämlich derartig, dass diese Grösse stets sehr klein ist, nur für hohe Temperaturen t_0 etwas grösser, wodurch die rasche Convergenz beeinträchtigt würde. Man kann aber diese verbessern. Setzt man:

$$B' = B + \gamma f,$$

so ist f ein willkürlicher, constanter Factor, den wir später passend wählen werden. Hierdurch wird der Ausdruck unter dem Wurzelzeichen:

$$\cot^2 z + 2B'y + 2\gamma(1 - e^{-y} - fy).$$

Führt man diesen Ausdruck ein und entwickelt nach Potenzen von $(1 - e^{-y} - fy)$, so wird, wenn wir wieder zu den Integralen übergehen und die Grenzen nach obiger Substitution bestimmen:

$$R_1 = \frac{\alpha}{1-\alpha}\left\{\int_0^\infty \frac{e^{-y}\,dy}{\sqrt{\cot^2 z + 2B'y}} - \right.$$

$$\left. - \gamma \int_0^\infty \frac{(1-e^{-y}-fy)e^{-y}\,dy}{\sqrt{\cot^2 z + 2B'y}^{\,3}} + \frac{1\cdot 3}{1\cdot 2}\gamma^2 \int_0^\infty \frac{(1-e^{-y}-fy)^2 e^{-y}\,dy}{\sqrt{\cot^2 z + 2B'y}^{\,5}} - \ldots \right\}. \qquad (23)$$

Mit diesen Gliedern reicht man aus, wenn man sogar die Horizontalrefraction, soweit es das Hauptglied betrifft, bei nicht allzuhohen Temperaturen auf 0''·1 genau erhalten will. Bezeichnet man diese Integrale der Reihe nach mit I, II und III, so wird:

$$R_1 = \frac{\alpha}{1-\alpha}\,(\mathrm{I} + \mathrm{II} + \mathrm{III}).$$

Die Integration dieser Integrale soll nun durchgeführt werden. Wir können alle diese unter die allgemeine Form:

$$\int_0^\infty \frac{y^m e^{-ny}\,dy}{\sqrt{\cot^2 z + 2B'y}^{\,(2r+1)}} \qquad (24)$$

bringen, in welcher m und r ganze positive Zahlen und n eine beliebige vorstellen kann. In dem Falle wo $m = r = 0$ ist, wie in unserem Integrale I, erhält man, indem man abkürzend:

$$g = \frac{\cot z}{\sqrt{2B'}}$$
$$n\cot^2 z + 2nB'y = 2B't^2$$
$$ny = t^2 - ng^2$$
$$dy = \frac{2t}{n}\,dt$$

setzt, sofort:

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ny}\,dy}{\sqrt{\cot^2 z + 2B'y}} = \sqrt{\frac{2}{nB'}}\, e^{ng^2} \int_{g\sqrt{n}}^\infty e^{-t^2}\,dt.$$

Für diese Integrale, auf die fast sämmtliche Refractionstheorieen führen und die in die Classe der EULER'schen Integrale gehören und speciell KRAMP'sche Integrale heissen, weil KRAMP zuerst in der Refractionstheorie auf dieses Integral gestossen ist und Tafeln für dasselbe gegeben hat, finden sich Tafeln in vielen astronomischen Tafelwerken. Hiermit kann die Integration von I als beendet betrachtet werden. Setzen wir noch

$$e^{ng^2}\int_{n\sqrt{g}}^\infty e^{-t^2}\,dt = \Psi(n),$$

so kann man schreiben:

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ny}\,dy}{\sqrt{\cot^2 z + 2B'y}} = \sqrt{\frac{2}{nB'}}\,\Psi(n). \qquad (25)$$

Es gelingt nun die oben angegebene allgemeine Form, wenn m und r von Null verschieden sind, auf diese Integrale zurückzuführen mit Hilfe der leicht zu verificirenden Recursionsformel:

$$\int_0^\infty \frac{y^m e^{-ny}\,dy}{(g^2+y)^{\frac{2r+1}{2}}} = -\left(g^2 + \frac{2(r-m)+1}{2n}\right)\int_0^\infty \frac{y^{m-1}e^{-ny}\,dy}{(g^2+y)^{\frac{2r+1}{2}}} + (m-1)\frac{g^2}{n}\int_0^\infty \frac{y^{m-2}e^{-ny}\,dy}{(g^2+y)^{\frac{2r-1}{2}}}. \qquad (26)$$

durch welche man die Potenzen von y im Zähler herabmindern kann, ohne den Exponenten des Nenners zu ändern, so dass man durch wiederholte Anwendung schliesslich auf unser Integral

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ny}dy}{(g^2+y)^{\frac{2r+1}{2}}}$$

geführt werden muss.

Für den Fall $m = 1$ wird die Recursionsformel unbrauchbar, aber es ergiebt sich hierfür:

$$\int_0^\infty \frac{y e^{-ny}dy}{(g^2+y)^{\frac{2r+1}{2}}} = \frac{1}{n g^{2r-1}} - \left(g^2 + \frac{2r-1}{2n}\right)\int_0^\infty \frac{e^{-ny}dy}{(g^2+y)^{\frac{2r+1}{2}}}, \tag{27}$$

so dass auch dieses Integral auf den speciellen Fall $m = 0$ zurückgeführt ist. Nun ist aber weiter:

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ny}dy}{(g^2+y)^{\frac{2r+1}{2}}} = \frac{2}{(2r-1)g^{2r-1}} - \frac{2n}{2r-1}\int_0^\infty \frac{e^{-ny}dy}{(g^2+y)^{\frac{2r-1}{2}}},$$

womit auch dieses Integral schliesslich auf $r = 1$ führen muss, demnach auf das durch Tafeln gegebene Integral $\Psi(n)$. Hiermit ist die Aufgabe der Integration von I, II und III gelöst. Die Anwendung der eben angegebenen Formeln liefert also folgende Reihen:

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ny}dy}{(g^2+y)^{\frac{2r+1}{2}}} = \frac{2}{(2r-1)g^{2r-1}} - \frac{2^2 n}{(2r-1)(2r-3)g^{2r-3}} + \ldots + \frac{(-1)^r 2^{r+1} n^{\frac{2r-1}{2}}}{(2r-1)(2r-3)\ldots 3.1}\Psi(n)$$

und:

$$\int_0^\infty \frac{e^{-ny}(1-e^{-y})^p dy}{(g^2+y)^{\frac{2r+1}{2}}} = \binom{p}{0}\int_0^\infty \frac{e^{-ny}dy}{(g^2+y)^{\frac{2r+1}{2}}} - \binom{p}{1}\int_0^\infty \frac{e^{-(n+1)y}dy}{(g^2+y)^{\frac{2r+1}{2}}} + \ldots\ldots$$

$$+ (-1)^{p-1}\binom{p}{p-1}\int_0^\infty \frac{e^{-(n+p-1)y}dy}{(g^2+y)^{\frac{2r+1}{2}}} + (-1)^p\binom{p}{p}\int_0^\infty \frac{e^{-(n+p)y}dy}{(g^2+y)^{\frac{2r+1}{2}}}$$

$$= \frac{(-1)^r 2^{r+1}}{1\cdot 3\cdot 5\ldots(2r-1)}\left\{\binom{p}{0} n^{\frac{2r-1}{2}}\Psi(n) - \binom{p}{1}(n+1)^{\frac{2r-1}{2}}\Psi(n+1) + \binom{p}{2}(n+2)^{\frac{2r-1}{2}}\Psi(n+2) - \ldots\right\}$$

(giltig für $p > r$).

Bei unseren Integralen I, II und III ist $n = 1$ und $p = r$; führen wir statt g^2 wieder seinen Werth $\frac{cotang^2 z}{2B'}$ ein, so wird

$$\int_0^\infty \frac{e^{-y}(1-e^{-y})^r dy}{\sqrt{cot^2 z + 2B'y}^{\,2r+1}} = \frac{(-1)^r\sqrt{\frac{2}{B'}}}{1\cdot 3\cdot 5\ldots(2r-1)B'^r}\left\{\Psi(1) - \binom{r}{1}2^{\frac{2r-1}{2}}\Psi(2) + \binom{r}{2}3^{\frac{2r-1}{2}}\Psi(3)\ldots\right\}. \tag{28}$$

Nun sind wir in den Stand gesetzt, übersichtlich an die Integration von I, II und III zu gehen.

Aus der Formel (25) ergiebt sich sofort

$$\text{I} = \sqrt{\frac{2}{B'}}\,\Psi(1)$$

oder, indem man setzt

$$\Psi(1) = \Phi_0,$$

$$\mathrm{I} = \sqrt{\frac{2}{B'}}\,\Phi_0.$$

Diese Function ist bestimmt durch:

$$\Phi_0 = e^{g^2}\int_g^\infty e^{-t^2}dt.$$

OPPOLZER hat gleich für diesen Ausdruck mit dem Argument g, das ja eine Function der Zenithdistanz und Luftzustände ist, nämlich:

$$g = \frac{\cot z}{\sqrt{2B'}} = \frac{\cot z}{\sqrt{2\,(B + \gamma f)}} = \frac{\cot z}{\sqrt{2}\cdot\sqrt{B + \left(\beta - \frac{\alpha}{\sin^2 z}\right)f}}$$

eine Tafel gegeben, wo also β und α von der Temperatur und letzteres auch noch von dem Luftdruck abhängt.

Für II findet sich nach der ursprünglichen Setzung pag. 568 (23):

$$-\mathrm{II} = \gamma\int_0^\infty\frac{(1-e^{-y})e^{-y}dy}{\sqrt{\cot^2 z + 2B'y}^3} - f\gamma\int_0^\infty\frac{ye^{-y}dy}{\sqrt{\cot^2 z + 2B'y}^3}.$$

Die Formel (28) giebt aber für das erste Integral sofort

$$\gamma\int_0^\infty\frac{(1-e^{-y})e^{-y}dy}{\sqrt{\cot^2 z + 2B'y}^3} = \frac{\gamma}{B'}\sqrt{\frac{2}{B'}}\left\{\sqrt{2}\,\Psi(2) - \Psi(1)\right\}$$

für das zweite nach (27)

$$-\gamma f\,\frac{1}{\sqrt{2B'}^3}\int_0^\infty\frac{ye^{-y}dy}{\sqrt{g^2+y}^3} = -\frac{\gamma}{B'}f\sqrt{\frac{2}{B'}}\left\{(g^2+\tfrac{1}{2})\Psi(1) - \frac{g}{2}\right\}.$$

Setzt man nun

$$\Phi_1 = \left\{(g^2+\tfrac{1}{2})\,\Psi(1) - \frac{g}{2}\right\}f - \left\{\sqrt{2}\,\Psi(2) - \Psi(1)\right\},$$

so kann man $\log\Phi_1$ wieder aus einer Tafel mit dem Argumente g entnehmen.

Nun schreiten wir an die passende Wahl der noch willkürlichen Constante f. Im Horizonte ($z = 90°$) wird offenbar $g = 0$ und nach den Setzungen $\Psi(2) = \Psi(1)$.

Hiermit wird:

$$\Phi_1 = \Psi(1)\left\{\tfrac{1}{2}f + 1 - \sqrt{2}\right\} \qquad (z = 90°).$$

Wählen wir nun

$$f = 2\,(\sqrt{2} - 1) = 0{\cdot}8284271$$

so wird im Horizonte $\Phi = 0$ und erreicht daher für kleine Zenithdistanzen sehr mässige Werthe, so dass die Refraction durch die Function Φ_0 bis auf einige Bogensecunden in grossen Zenithdistanzen dargestellt wird. Wie gross die Uebereinstimmung ist, zeigt folgende Tabelle [1]):

---

[1]) OPPOLZER, Vorläufige Mittheilung über eine neue Refractionsformel, Astr. Nachr. Bd 89, pag. 365, 1877.

Zenithdistanz	Bessel mittlere Refraction	Oppolzer	Bessel-Oppolzer
90°	34' 54"·1	34' 54"·1	0"·0
89	24 54 ·6	22 19 ·6	+ 5 ·0
88	18 8 ·6	18 9 ·6	− 1 ·0
87	14 14 ·6	14 15 ·7	− 1 ·1
86	11 38 ·9	11 38 ·0	+ 0 ·9
85	9 46 ·5	9 46 ·0	+ 0 ·5
84	8 23 ·3	8 23 ·1	+ 0 ·2
83	7 19 ·7	7 19 ·6	+ 0 ·1
82	6 29 ·6	6 29 ·6	0 ·0
81	5 49 ·3	5 49 ·3	0 ·0
80	5 16 ·2	5 16 ·2	0 ·0
75	3 32 ·1	3 32 ·1	0 ·0
70	2 37 ·3	2 37 ·3	0 ·0

Die Differenzen von Zenithdistanzen über 89° halten sich alle in genügend kleinen Grenzen. Die mittlere Refraction wird also fast völlig durch die Function

$$R = \frac{\alpha}{1-\alpha}\,\mathrm{I} = \frac{\alpha}{1-\alpha}\sqrt{\frac{2}{B'}}\,\Phi_0 = c_1\, e^{g^2}\int_g^\infty e^{-t^2}\,dt$$

dargestellt, wo c_1 eine Constante ist und

$$g = c_2 \cot z$$

zu setzen ist. Für die Constanten c_1 und c_2 wählte Oppolzer im obigen Beispiel:

$$\log c_1 = 3{\cdot}37345$$
$$\log c_2 = 1{\cdot}31087.$$

Den Werth des Integrales findet man mit dem Argument g in vielen Tafelwerken, so dass die mittlere Refraction von 0°—82° Zenithdistanz völlig genau und rasch mit diesen Tafeln erhalten werden kann. Ja die eben erwähnte Darstellung wird sogar fast streng erfüllt, wenn im Horizonte

$$\gamma = \beta - \alpha = 0$$

wird, was z. B. bei einem Barometerstand von 760 *mm* und — 12° C. eintritt; denn es fallen dann, wie der Ausdruck (23) zeigt, im Horizonte alle Integrale bis auf das erste (I) fort. Bruns hat von dieser Oppolzer'schen Formel bei seiner interpolatorischen Behandlung der astronomischen Strahlenbrechung ausgiebigen Gebrauch gemacht.

Kehren wir zur weiteren Behandlung der Integrale des Hauptgliedes zurück. Es ergiebt sich nach den gemachten Setzungen:

$$\mathrm{II} = \frac{\gamma}{B'}\sqrt{\frac{2}{B'}}\,\Phi_1.$$

Die Reduction von III gestaltet sich weitläufiger. Es ist:

$$\mathrm{III} = \frac{1\cdot 3}{2^4}\left(\frac{\gamma}{B'}\right)^2\sqrt{\frac{2}{B'}}\left\{\int_0^\infty\frac{(1-e^{-y})^2 e^{-y}dy}{(g^2+y)^{\frac{5}{2}}} - 2f\int_0^\infty\frac{(1-e^{-y})y e^{-y}dy}{(g^2+y)^{\frac{5}{2}}} + f^2\int_0^\infty\frac{y^2 e^{-y}dy}{(g^2+y)^{\frac{5}{2}}}\right\}.$$

Alle diese Integrale führen auf die allgemeine Form (24). Es ist nach (28)

$$\int_0^\infty\frac{(1-e^{-y})^2 e^{-y}dy}{(g^2+y)^{\frac{5}{2}}} = \frac{2^2}{3}\left\{\Psi(1) - 2\cdot 2^{\frac{3}{2}}\Psi(2) + 3^{\frac{3}{2}}\Psi(3)\right\},$$

ferner nach (27)

$$\int_0^\infty \frac{y e^{-y} dy}{(g^2+y)^{\frac{3}{2}}} - \int_0^\infty \frac{y e^{-2y} dy}{(g^2+y)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{2^3}{3}\left\{\frac{g}{2} + \Psi(1)(g^2+\tfrac{3}{2}) - 2^{\frac{3}{2}}\Psi(2)(g^2+\tfrac{3}{4})\right\}.$$

ferner nach (26):

$$\int_0^\infty \frac{y^2 e^{-y} dy}{(g^2+y)^{\frac{3}{2}}} = -(g^2+\tfrac{1}{2})\int_0^\infty \frac{y e^{-y} dy}{(g^2+y)^{\frac{3}{2}}} + g^2 \int_0^\infty \frac{e^{-y} dy}{(g^2+y)^{\frac{3}{2}}} =$$

$$\frac{2^3}{3}\left\{-\tfrac{5}{4}g - \frac{g^3}{2} + \Psi(1)(\tfrac{3}{4} + 3g^2 + g^4)\right\}.$$

Vereinigt man alle diese Formeln und setzt

$$\Phi_2 = \tfrac{1}{3}\left\{3^{\frac{3}{2}}\Psi(3) - 2\cdot 2^{\frac{3}{2}}\Psi(2) + \Psi(1)\right\} + \frac{f}{2}\left\{g + \Psi(1)(3+2g^2) - 2^{\frac{3}{2}}\Psi(2)\,\tfrac{3}{2} + 2g^2\right\} +$$
$$\frac{f^2}{2}\left\{-\tfrac{5}{4}g - \frac{g^3}{2} + \Psi(1)(\tfrac{3}{4} + 3g^2 + g^4)\right\},$$

so wird endlich

$$\text{III} = \left(\frac{\gamma}{B'}\right)^2 \sqrt{\frac{2}{B'}}\,\Phi_2.$$

Nun hat OPPOLZER für Φ_2, das ja wieder eine Function des Argumentes g ist, ebenfalls Tafeln gegeben. So ergiebt sich also das Hauptglied der Refraction zu:

$$R_1 = \frac{\alpha}{1-\alpha}\sqrt{\frac{2}{B'}}\left\{\Phi_0 + \frac{\gamma}{B'}\Phi_1 + \left(\frac{\gamma}{B'}\right)^2\Phi_2\right\}.$$

Ein Beispiel möge die Rechnung erläutern:

Es sei der atmosphärische Zustand so, dass

$$\log B = 7\cdot01898 - 10$$
$$\log \beta = 6\cdot70766 - 10$$
$$\log \alpha = 6\cdot45008 - 10$$

ist; es soll für die Zenithdistanz 90° 20′ die Refraction gerechnet werden.

$\gamma = \beta - \frac{\alpha}{\sin^2 z}$ $\qquad \log\gamma = 6\cdot35834 - 10$ $\qquad \log \frac{\alpha}{1-\alpha}\frac{\sqrt{2}}{arc\,1''} = 1\cdot91514$

$B' = B + \gamma f$ $\qquad \log B' = 7\cdot09122 - 10$

$g = \frac{\cot^2 z}{\sqrt{2B'}}$ $\qquad g = -0\cdot11712$ (Argument)

$\log\frac{\gamma}{B'} = 9\cdot26712$ $\qquad \frac{\alpha}{1-\alpha}\sqrt{\frac{2}{B'}}\Phi_0 = +2380''\cdot72$

$\log\frac{\alpha}{1-\alpha}\sqrt{\frac{2}{B'}} = 3\cdot36953$ $\qquad \frac{\alpha}{1-\alpha}\sqrt{\frac{2}{B'}}\frac{\gamma}{B'}\Phi_1 = -\ \ 12\cdot53$

$\log\Phi_0 = 0\cdot00718$ (Tafel mit Arg. g) $\qquad \frac{\alpha}{1-\alpha}\sqrt{\frac{2}{B'}}\left(\frac{\gamma}{B'}\right)^2\Phi_2 = +\ \ 1\cdot35$

$\log\frac{\alpha}{1-\alpha}\sqrt{\frac{2}{B'}}\frac{\gamma}{B'} = 2\cdot6366$

$\log\Phi_1 = 8_n\cdot4612$ (Tafel mit Arg. g) $\qquad$ (Hauptglied) $R_1 = 39'\ 29''\cdot54$

$\log\frac{\alpha}{1-\alpha}\sqrt{\frac{2}{B'}}\left(\frac{\gamma}{B'}\right)^2 = 1\cdot904$

$\log\Phi_2 = 8\cdot227$ (Tafel mit Arg. g).

Es käme nun die Behandlung der Correctionsglieder der Refraction, der Integrale von dR_2, dR_3, dR_4; dies würde hier zu weit führen und verweise ich auf die OPPOLZER'sche Abhandlung; man sieht ja sofort, dass alle die auftretenden

Integrale sich unter die allgemeine Form (24) bringen lassen, sodass wieder alles auf die Ψ-Functionen führt. OPPOLZER setzt dann

$$R_2 + R_3 + R_4 = \gamma_1\varphi_1 + \gamma_2\varphi_2 + \gamma_3\varphi_3 + \gamma_4\varphi_4 + \gamma_5\varphi_5 + \gamma_6\varphi_6,$$

wo γ_i constante Coëfficienten sind, während die φ Functionen der Ψ sind und alle mit dem Argumente von g tabulirt sind. So giebt unser obiges Beispiel für diese einzelnen Producte und die Summe derselben folgende Werthe, die einen Anhaltspunkt über die Kleinheit dieser Correctionsglieder selbst unter dem Horizonte abgeben:

$$\begin{aligned}\gamma_1\varphi_1 &= -1''{\cdot}066\\ \gamma_2\varphi_2 &= -0\ {\cdot}303\\ \gamma_3\varphi_3 &= -0\ {\cdot}337\\ \gamma_4\varphi_4 &= +0\ {\cdot}218\\ \gamma_5\varphi_5 &= +0\ {\cdot}122\\ \gamma_6\varphi_6 &= +0\ {\cdot}019\end{aligned}$$

Correctionsglieder $= R_2 + R_3 + R_4 = -1\ {\cdot}35$

Es ist demnach das Hauptglied um die Grösse $-1''{\cdot}35$ zu corrigiren und wir erhalten für die Refraction in der Zenithdistanz von 90° 20′ den Werth:

$$39'\ 28''{\cdot}19$$

der auf einige Zehntel Bogensecunden theoretisch genau ist. Hiermit haben wir also die Integration des Refractionsintegrales abgeschlossen.

Es ist ferner wichtig, den Einfluss kennen zu lernen, den kleine Aenderungen der auftretenden Constanten α, β und B auf die Refraction ausüben. Zu diesem Zwecke genügt es, bloss das Hauptglied der Refraction

$$dR_1 = -\frac{\alpha}{1-\alpha}\frac{e^{-y}\,dy}{\sqrt{cot^2 z + 2By + 2\gamma(1-e^{-y})}}$$

ins Auge zu fassen. Variirt man also der Reihe nach diesen Ausdruck nach α, β und B, so erhält man, da ja $\gamma = \beta - \frac{\alpha}{sin^2 z}$ ist:

$$\delta\frac{dR_1}{d\alpha} = \frac{dR_1}{\alpha(1-\alpha)} - \frac{\alpha}{(1-\alpha)\,sin^2 z}\frac{(1-e^{-y})e^{-y}\,dy}{\sqrt{cot^2 z + 2By + 2\gamma(1-e^{-y})}^3}$$

$$\delta\frac{dR_1}{d\beta} = +\frac{\alpha}{1-\alpha}\frac{(1-e^{-y})e^{-y}\,dy}{\sqrt{cot^2 z + 2By + 2\gamma(1-e^{-y})}^3}$$

$$\delta\frac{dR_2}{dB} = +\frac{\alpha}{1-\alpha}\frac{ye^{-y}\,dy}{\sqrt{cot^2 z + 2By + 2\gamma(1-e^{-y})}^3}.$$

Geht man, was zweckmässiger ist, zu den Correctionen des Logarithmus der Refraction über und integrirt, so führen wieder alle Integrale auf Ψ Functionen; man erhält:

$$\frac{d\log R_1}{d\alpha} = \frac{Mod}{\alpha(1-\alpha)} + \frac{\alpha}{(1-\alpha)sin^2 z}\frac{Mod}{R_1}\frac{1}{B'}\sqrt{\frac{2}{B'}}\,[\sqrt{2}\,\Psi(2) - \Psi(1)]$$

$$\frac{d\log R_1}{d\beta} = -\frac{\alpha}{1-\alpha}\frac{Mod}{R_1}\frac{1}{B'}\sqrt{\frac{2}{B'}}\,[\sqrt{2}\,\Psi(2) - \Psi(1)]$$

$$\frac{d\log R_1}{dB} = -\frac{\alpha}{1-\alpha}\frac{Mod}{R_1}\frac{1}{B'}\sqrt{\frac{2}{B'}}\,[(g^2+\tfrac{1}{2})\Psi(1) - \tfrac{1}{2}g].$$

Setzt man:

$$\varphi_\beta = Mod \frac{\Psi(1) - \Psi(2)\sqrt{2}}{\Phi_0}$$

$$\varphi_B = -Mod \frac{(g^2 + \frac{1}{2})\Psi(1) - \frac{1}{2}g}{\Phi_0},$$

so kann man diese φ mit dem Argumente g wieder tabulieren, welche Tafeln hier für Argumente excerpirt sind, die für Z. D. von 83° bis 89° ausreichen. Von ihnen wird bei den Untersuchungen über Bestimmung der in dem Refractionsausdrucke auftretenden Constanten Gebrauch gemacht werden müssen.

g	$\log \varphi_B$		$\log \varphi_\beta$		g	$\log \varphi_B$		$\log \varphi_\beta$		g	$\log \varphi_B$		$\log \varphi_\beta$	
0·00	9_n337	−5	9_n255	−7	+0·35	9_n170	−4	9_n029	−6	+0·70	9_n016	−3	8_n834	[illegible]
+0·01	9_n332	−5	9_n248	−7	+0·36	9_n166	−5	9_n023	−5	+0·71	9_n013	−5	8_n829	[illegible]
+0·02	9_n327	−5	9_n241	−6	+0·37	9_n161	−4	9_n018	−6	+0·72	9_n008	−4	8_n824	[illegible]
+0·03	9_n322	−4	9_n235	−7	+0·38	9_n157	−5	9_n012	−6	+0·73	9_n004	−5	8_n818	[illegible]
+0·04	9_n318	−6	9_n228	−8	+0·39	9_n152	−4	9_n006	−6	+0·74	8_n999	−4	8_n813	[illegible]
+0·05	9_n312	−5	9_n220	−6	+0·40	9_n148	−5	9_n000	−6	+0·75	8_n995	−4	[illegible]	[illegible]
+0·06	9_n307	−5	9_n214	−8	+0·41	9_n143	−5	8_n994	−6	+0·76	8_n994	−4	[illegible]	−4
+0·07	9_n302	−5	9_n206	−6	+0·42	9_n138	−4	8_n988	−6	+0·77	8_n987	−4	8_n799	[illegible]
+0·08	9_n297	−4	9_n200	−6	+0·43	9_n134	−4	8_n982	−5	+0·78	8_n983	−4	8_n794	[illegible]
+0·09	9_n293	−5	9_n194	−7	+0·44	9_n130	−4	8_n977	−6	+0·79	8_n979	−4	8_n788	[illegible]
+0·10	9_n288	−5	9_n187	−7	+0·45	9_n126	−6	8_n971	−7	+0·80	8_n975	−4	8_n783	[illegible]
+0·11	9_n283	−4	9_n180	−6	+0·46	9_n120	−4	8_n964	−5	+0·81	8_n971	−5	8_n778	[illegible]
+0·12	9_n279	−6	9_n174	−7	+0·47	9_n116	−5	8_n959	−5	+0·82	8_n966	−4	8_n773	[illegible]
+0·13	9_n273	−4	9_n167	−6	+0·48	9_n112	−5	8_n954	−6	+0·83	8_n962	−4	8_n768	[illegible]
+0·14	9_n269	−9	9_n161	−8	+0·49	9_n107	−4	8_n948	−5	+0·84	8_n958	−4	8_n763	[illegible]
+0·15	9_n264	−4	9_n153	−5	+0·50	9_n103		8_n943		+0·85	8_n954	−4	8_n758	−4
+0·16	9_n260	−6	9_n148	−7	+0·51	9_n098	−4	8_n936	−5	+0·86	8_n950	−4	8_n754	[illegible]
+0·17	9_n254	−4	9_n141	−6	+0·52	9_n094	−4	8_n931	−5	+0·87	8_n946	−4	8_n749	[illegible]
+0·18	9_n250	−5	9_n135	−6	+0·53	6_n090	−5	8_n926	−6	+0·88	8_n942	−4	8_n744	[illegible]
+0·19	9_n245	−5	9_n129	−7	+0·54	9_n085	−4	8_n920	−5	+0·89	8_n938	−4	[illegible]	[illegible]
+0·20	9_n240	−4	9_n122	−6	+0·55	9_n081	−5	8_n915	−6	+0·90	8_n934	−4	8_n734	[illegible]
+0·21	9_n236	−5	9_n116	−6	+0·56	9_n076	−4	8_n909	−5	+0·91	8_n930	−4	[illegible]	[illegible]
+0·22	9_n231	−5	9_n110	−7	+0·57	9_n072	−4	8_n904	−6	+0·92	8_n926	[illegible]	[illegible]	[illegible]
+0·23	9_n226	−5	9_n103	−7	+0·58	9_n068	−4	8_n898	−5	+0·93	8_n922	−4	[illegible]	−4
+0·24	9_n221	−4	9_n096	−5	+0·59	9_n064	−5	8_n893	−6	+0·94	8_n918	−4	[illegible]	[illegible]
+0·25	9_n217	−5	9_n091	−6	+0·60	9_n059	−5	8_n887	−6	+0·95	8_n914	−4	[illegible]	−4
+0·26	9_n212	−4	9_n085	−7	+0·61	9_n054	−3	8_n881	−4	+0·96	8_n910	−4	[illegible]	[illegible]
+0·27	9_n208	−5	9_n078	−6	+0·62	9_n051	−5	8_n877	−6	+0·97	8_n906	−4	[illegible]	[illegible]
+0·28	9_n203	−5	9_n072	−6	+0·63	9_n046	−4	8_n871	−5	+0·98	8_n902	[illegible]	[illegible]	[illegible]
+0·29	9_n198	−5	9_n066	−6	+0·64	9_n042	−4	8_n866	−5	+0·99	8_n897	[illegible]	[illegible]	[illegible]
+0·30	9_n193	−4	9_n060	−7	+0·65	9_n038	−5	8_n861	−6	+1·00	8_n894		[illegible]	
+0·31	9_n189	−5	9_n053	−6	+0·66	9_n033	−3	8_n855	−5					
+0·32	9_n184	−4	9_n047	−6	+0·67	9_n030	−5	8_n850	−5					
+0·33	9_n180	−5	9_n041	−6	+0·68	9_n025	−5	8_n845	−6					
+0·34	9_n175	−5	9_n035	−6	+0·69	9_n020	−4	8_n839	−5					
+0·35	9_n170	−4	9_n029	−6	+0·70	9_n016	−3	8_n834	−5					

$\log g$	$\log \varphi_B$		$\log \varphi_\beta$		$\log g$	$\log \varphi_B$		$\log \varphi_\beta$	
0·00	8_n894	−8	8_n687	−10	0·25	8_n619	−13	8_n372	−15
0·01	8_n886	−10	8_n677	−12	0·26	8_n606	−14	8_n357	−14
0·02	8_n876	−9	8_n665	−11	0·27	8_n592	−12	8_n343	−15
0·03	8_n867	−10	8_n654	−11	0·28	8_n580	−14	8_n328	−15
0·04	8_n857	−10	8_n643	−11	0·29	8_n566	−14	8_n313	−15
0·05	8_n847	−9	8_n632	−12	0·30	8_n552	−13	8_n298	−15
0·06	8_n838	−10	8_n620	−11	0·31	8_n539	−15	8_n283	−16
0·07	8_n828	−10	8_n609	−12	0·32	8_n524	−15	8_n267	−16
0·08	8_n818	−11	8_n597	−12	0·33	8_n509	−13	8_n251	−15
0·09	8_n807	−10	8_n585	−12	0·34	8_n496	−14	8_n236	−15
0·10	8_n797	−11	8_n573	−13	0·35	8_n482	−16	8_n221	−16
0·11	8_n786	−11	8_n560	−12	0·36	8_n466	−14	8_n205	−16
0·12	8_n775	−12	8_n548	−13	0·37	8_n452	−15	8_n189	−16
0·13	8_n763	−10	8_n535	−12	0·38	8_n437	−16	8_n173	−17
0·14	8_n753	−12	8_n523	−14	0·39	8_n421	−15	8_n156	−16
0·15	8_n741	−11	8_n509	−12	0·40	8_n406	−15	8_n140	−16
0·16	8_n730	−12	8_n497	−14	0·41	8_n391	−15	8_n124	−17
0·17	8_n718	−11	8_n483	−13	0·42	8_n376	−16	8_n107	−16
0·18	8_n707	−12	8_n470	−13	0·43	8_n360	−15	8_n091	−17
0·19	8_n695	−13	8_n457	−15	0·44	8_n345	−16	8_n074	−17
0·20	8_n682	−12	8_n442	−13	0·45	8_n329	−16	8_n057	−17
0·21	8_n670	−13	8_n429	−14	0·46	8_n313	−16	8_n040	−17
0·22	8_n657	−12	8_n415	−14	0·47	8_n297	−17	8_n023	−17
0·23	8_n645	−13	8_n401	−15	0·48	8_n280	−16	8_n006	−18
0·24	8_n632	−13	8_n386	−14	0·49	8_n264	−17	8_n988	−17
0·25	8_n619	−13	8_n372	−15	0·50	8_n247		8_n971	

So folgt für die Differentialformeln:

$$\frac{d \log R_1}{d\alpha} = \frac{Mod}{\alpha} - \frac{\varphi_\beta}{B' \sin^2 z}$$

$$\frac{d \log R_1}{d\beta} = \frac{\varphi_\beta}{B'}$$

$$\frac{d \log R_1}{dB} = \frac{\varphi_B}{B'},$$

welche gestatten z. B. den Einfluss von kleinen Fehlern in den Refractionsconstanten, von Aenderungen der Schwerkraft mit der Polhöhe, von einem Fehler des Ausdehnungscoëfficienten u. s. w. zu berechnen; wir werden darauf zurückkommen und bemerken, dass das Glied $\frac{\varphi_\beta}{B' \sin^2 z}$ erst über 80° Zenithdistanz von Belang ist, so dass Aenderungen von α den Refractionsänderungen fast proportional verlaufen. Für kleinere Zenithdistanzen wird man obige Formeln nicht anwenden, sondern zu einer sehr brauchbaren Entwickelung der Refraction nach Potenzen von $tang\, z$ greifen. Die Ψ-Functionen stellen sich durch folgende Reihe dar:

$$\Psi(n) = \frac{1}{2g\sqrt{n}} - \frac{1}{2^2 (g\sqrt{n})^3} + \frac{1 \cdot 3}{2^3 (g\sqrt{n})^5} - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2^4 (g\sqrt{n})^7} + \cdots$$

Nun ist ja:

$$\frac{1}{g} = \sqrt{2B'}\, tang\, z\,,$$

so dass, da wir die Refraction auf Ψ Functionen zurückgeführt haben, auch diese nach Potenzen von *tang z* entwickelt werden kann. Führt man dies durch, mit Einschluss aller Correctionsglieder, so wird:

$$R = \frac{\alpha''}{1-\alpha}\left\{(\mathrm{I})\, tang\, z - (\mathrm{II})\, tang^3 z + (\mathrm{III})\, tang^5 z\right\}$$

und

$$(\mathrm{I}) = 1 + \frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha^2}{2}(1+f) - L'(1 + 2\alpha f + mt_0[1 + \tfrac{3}{2}\alpha f]) - \tfrac{1}{2}\alpha f L' m C$$

$$\begin{aligned}(\mathrm{II}) = -\tfrac{1}{2}\alpha - \alpha^2(1 + \tfrac{1}{2}f) &+ L'\ [1 + \alpha(\tfrac{11}{4} + 2f) + mt_0(1 + 2\alpha + \tfrac{5}{3}\alpha f)] \\ &- L'^2[3 + mt_0(3 + 4f) + m^2 t_0^2(\tfrac{3}{2} + 3f)] \\ &+ L'\ \{\tfrac{3}{2}\alpha(1 - \tfrac{2}{3}f) - L'[3 - 4f + mt_0(\tfrac{5}{3} - 2f)]\}\, mC \\ &+ L'^2\{-\tfrac{3}{2} + f\}\, m^2 C^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(\mathrm{III}) = \tfrac{3}{2}\alpha^2 &- L'\alpha(\tfrac{9}{4} + 2mt_0) \\ &+ L'^2(3 + \tfrac{9}{2}mt_0 + 2m^2 t_0^2) \\ &+ L'[-\tfrac{1}{4}\alpha + \frac{L'}{2}(3 + mt_0)]\, mC \\ &+ L'^2\, \tfrac{1}{2}\, m^2 C^2\,.\end{aligned}$$

Diese Entwickelung nimmt alle Glieder 3. Ordnung mit und giebt bis 70° die Refraction auf 0''·01 genau.

Für $t = +10°$ C. und dem Barometerstand von 760 *mm* wird z. B.

$$\text{Refraction} = 1{\cdot}76413\, tang\, z - 8{\cdot}8278\, tang^3 z + 6{\cdot}349\, tang^5 z$$

für $t = -22°$ *C* und 760 *mm* wird:

$$\text{Refraction} = 1{\cdot}81895\, tang\, z - 8{\cdot}8150\, tang^3 z + 6{\cdot}301\, tang^5 z,$$

wo die Coëfficienten logarithmisch angesetzt sind. Man ersieht aus den Coefficienten der höheren Potenzen von *tang z*, dass mit grosser Annäherung die Refraction in kleinen Zenithdistanzen durch den Ausdruck:

$$R = a\, tang\, z$$

dargestellt wird, wo a von der Z. D. unabhängig ist. Dies wird die LAPLACE'sche Annahme genannt. BESSEL hat das nahe Erfülltsein dieser Beziehung zu der so bequemen Form seiner Refractionstafeln benutzt. Er setzt nämlich:

$$R = a\, tang\, z,$$

betrachtet aber a mit z veränderlich und es ist:

$$a = \frac{\alpha}{1-\alpha}(\mathrm{I})\left\{1 - \frac{(\mathrm{II})}{(\mathrm{I})}\, tang^2 z + \frac{(\mathrm{III})}{(\mathrm{I})}\, tang^4 z - \ldots\right\}$$

und demgemäss für mässige Zenithdistanzen sehr wenig veränderlich. Ferner ergiebt sich, dass wir bei 70° aus obiger Reihe die Refraction zu 167''·11 erhalten, ob wir $C = t_0$, was mit der NEWTON'schen Annahme übereinkommt, dass gar keine Temperaturabnahme stattfindet, oder $C = -113°$, was eine Temperaturabnahme von 10° pro *km* ergiebt, die möglichst stärkste, einführen. Mithin kann man sagen, dass die Refraction bis zur Zenithdistanz von 70° ganz unabhängig von der Veränderlichkeit der Temperaturabnahme in der Atmosphäre ist. Dass die Temperaturabnahme in mässigen Zenithdistanzen völlig einflusslos ist, ergiebt sich aus folgender einfacher Betrachtung: Sehen wir von der Krümmung der Erdoberfläche und von Störungen in der parallelen Lagerung der Luftschichten ab, was sicherlich bis zu mässigen Zenithdistanzen gestattet ist, so durchläuft der Lichtstrahl planparallele Platten und die

Brechung hängt dann nur von dem Brechungsindex der letzten Schichte (das ist diejenige, die sich unmittelbar vor dem Objective befindet) ab, und ist ganz unabhängig von der Dichteabnahme mit der Höhe. Diese letztere geht also nur insofern in die Refraction ein, als die Krümmung der Schichten bereits merkbar wird. Durch diesen letzteren Umstand verlieren eigentlich, wie eingangs erwähnt, die verschiedenen Refractionstheorien vom astronomischen Standpunkte an Interesse, da sie bis zu den Zenithdistanzen, wo präcise Messungen möglich sind, völlig übereinstimmen müssen, wenn die Analyse richtig durchgeführt wird, was bei BESSEL und GYLDÉN in Folge Uebergehung des Gliedes mit s^2 nicht der Fall ist[1]).

Wir werden auch für die Grössen φ_β und φ_B Reihen entwickeln können, die nach Potenzen von *tang z* fortschreiten und für Z. D. < 70° sehr bequem werden. Es ergiebt sich:

$$\frac{1}{Mod}\frac{\varphi_\beta}{B} = -\tfrac{1}{2}(1+\tfrac{7}{2}\alpha f)\,tang^2 z + \tfrac{7}{4}[B+f\cdot(\beta-\alpha)]\,tang^4 z = -\overline{9\cdot69932}\,tang^2 z + \overline{7\cdot34538}\,tang^4 z$$

$$\frac{1}{Mod}\frac{\varphi_B}{B'} = -(1+5\alpha f)\,tang^2 z + 5[B+f\cdot(\beta-\alpha)]\,tang^4 z = -\overline{0\cdot00050}\,tang^2 z + \overline{7\cdot80131}\,tang^4 z.$$

Für mittlere Verhältnisse $t_0 = +\ 9°\cdot31$ C. und $\alpha = 57''\cdot798$ wurden diese numerischen, logarithmisch angesetzten Werthe erhalten.

Störungen der Refraction.

Die Voraussetzungen, welche wir unserem Integrale zu Grunde gelegt haben, treffen nie vollständig zu und dies wird Abweichungen in den Refractionen erzeugen, die nun untersucht und abgeschätzt werden sollen.

1. Schichtenneigungen.

Vor allem wird nicht die concentrische Lagerung der Schichten erfüllt sein. Es werden Schichtenneigungen Platz greifen. Diese können in der freien Atmosphäre dadurch auftreten, dass ein Druckgefälle im Vertical der Beobachtung existirt oder auch ein Temperaturgefälle. Die Schichten gleicher Dichte sind dann nicht mehr Niveauflächen. Der Einfluss derartiger Schichtenneigungen wird jedenfalls mit grosser Annäherung auf folgende Weise berücksichtigt.

Wir sehen die Erdoberfläche als eben an, die Schichten gleicher Dichte sind dann im Vertical der Beobachtung um den Winkel λ gegen den Horizont geneigt. Denken wir uns den Horizont des Beobachtungsortes um diesen Winkel ebenfalls geneigt, so würde keine Störung eintreten. Eine Neigung des Horizontes um λ wirkt also auf die Refraction ebenso, wie eine Neigung der Luftschichten. Erstere ändert aber bloss die Lage des Zeniths und hiermit die scheinbare Zenithdistanz um den Winkel λ. Die Refraction bei der ungestörten scheinbaren Zenithdistanz ist eine Function von z, die Refraction bei der um λ gestörten wird also gefunden, indem man in den Ausdruck der Refraction statt z $z \pm \lambda$ einsetzt, je nachdem das Gestirn auf der Seite sich befindet, welche zwischen dem Zenith und dem abfallenden Theil oder zwischen dem Zenith und dem aufsteigenden Theil liegt. Wird z. B. im Meridian beobachtet und herrscht ein Gefälle der Schichten in diesem, sodass die Schichten mit dem Neigungswinkel λ gegen Norden sinken, so sind alle Refractionen der Nordsterne mit der Zenithdistanz $z - \lambda$, alle Refractionen der Südsterne mit $z + \lambda$ zu berechnen. Die Sterne sind also in diesem Falle alle gegen Süden zu verschieben. Nehmen wir z. B. $\lambda = 1$ Bogen-

[1]) Eine Abweichung (bei $z < 60°$) von hundertel Bogensecunden unter den verschiedenen Theorieen deutet immer darauf, dass in der Analyse ein Fehler steckt.

minute an, so ergeben sich folgende Correctionen Δz an die von der Tafelrefraction befreiten Sternörter, indem man einmal in die Tafeln mit z und dann mit $z + \lambda$ eingeht:

Scheinbare Zenithd.	Δz für $\lambda = 1'$
0°	0″·02
20	0 ·02
40	0 ·03
60	0 ·07
70	0 ·15
75	0 ·25
80	0 ·53
85	1 ·69
90	14 ·56

Der Schichtenneigungseinfluss wächst daher nicht stark mit der Zenithdistanz, bewirkt im Zenith die sogen. Zenithrefraction, und wird sich in Anbetracht des Umstandes, dass die Beobachtungen unter 75° bereits schon sehr ungenau werden (mittlere Fehler $\pm \lambda''$), durch Beobachtungen kaum ermitteln lassen.

Bis zu welchen Beträgen die Neigungen λ anwachsen können, soll nun untersucht werden.

Nehmen wir an, dass bloss ein Druckgefälle die Schichtenneigungen veranlasst. Herrscht in zwei Orten, welche im Verticale der Beobachtung liegen, der Druck p_1 und p_2, so gelten sehr nahe die Beziehungen (h in m):

$$8000 \log \frac{p_1}{p} = h_1 \quad \text{und} \quad 8000 \log \frac{p_2}{p} = h_2.$$

Der gleiche Druck wird über dem ersten Orte in der Höhe h_1, über dem zweiten in der Höhe h_2 stattfinden; dies giebt aber sofort die Neigung der Schichten λ. Es ergiebt sich aus beiden Gleichungen:

$$h_1 - h_2 = 8000 \log \frac{p_2}{p_1}.$$

Ist nun die Entfernung der beiden Orte, von denen einer natürlich der Beobachtungsort sein kann, D (in Metern), so ist in Anbetracht der kleinen Neigungen:

$$\lambda = \frac{h_1 - h_2}{\sin 1'' D} = \frac{8000}{\sin 1'' D} \log \frac{p_2}{p_1}.$$

Da nun p_2 und p_1 immer sehr wenig von einander abweichen, so kann man schliesslich schreiben:

$$\lambda = \frac{8000}{\sin 1'' D} \cdot \frac{p_2 - p_1}{p} = \frac{8000}{\sin 1'' \cdot 760} \cdot \frac{p_2 - p_1}{D}.$$

Reduciren wir das Gefälle zwischen beiden Orten, wie es in der Meteorologie üblich ist, auf die Distanz von 111000 m, so ist $(p_2 - p_1)$: 111000 der Gradient G und es wird λ in Bogenmaass

$$\lambda = 19''{\cdot}561\, G.$$

Nun wird in Beobachtungsnächten selten ein Gradient von 3 mm noch dazu zufällig ganz im Vertical der Beobachtung auftreten, der mit einer Windgeschwindigkeit von etwa 12 m pro Secunde verbunden ist, so dass λ in Folge eines Druckgefälles den Werth einer Bogenminute nie erreichen wird und daher auch die oben angegebenen Refractionsstörungen ein Maximum darstellen.

Die Schichtenstörungen in Folge eines Temperaturgefälles lassen sich in folgender Weise abschätzen. Herrscht im Orte A_1 die absolute Temperatur T_1,

im Orte A_2 die Temperatur T_2, so besteht folgende Gleichung, wenn kein Druckgefälle existirt; für beide Orte:

$$p = p_0 e^{-\frac{h}{RT}},$$

wenn p_0 der Druck in den Orten, p der in der Höhe h und R eine Constante (etwa 29·3) ist. Ueber dem Ort A_1 wird in der Höhe h_1 derselbe Druck p herrschen, wie über A_2 in h_2. Es wird also sein müssen:

$$\frac{h_1}{TR_1} = \frac{h_2}{RT_2}$$

und wieder:

$$\lambda = \frac{h_1 - h_2}{\sin 1'' D} = \frac{T_1 - T_2}{\sin 1'' D} \frac{h_2}{T_2}.$$

Gehen wir zu Celsiusgraden über, so wird für unsere Gegenden sehr nahe:

$$\lambda = \frac{t_1 - t_2}{\sin 1'' D} \frac{h_2}{273} = 755''\cdot 5 \frac{(t_1 - t_2) h_2}{D}$$

sein. Die auftretende Grösse h_2 lässt keine bestimmten Festsetzungen zu, wodurch eine Entscheidung über die Grösse λ schwer fällt. Man wird jedoch sagen können, dass in Gebirgsgegenden oder an Küstenstationen h_2 beträchtlich hoch anwachsen kann, so dass der Faktor $(t_1 - t_2) \frac{h_2}{D}$ den Werth $\frac{1}{2}$ annehmen, und λ den Betrag von 6' erreichen würde. Hierdurch würden die Correctionen den sechsfachen Betrag der oben angegebenen erreichen. Die Zenithrefraction würde den bereits bedenklichen Betrag von 0''·12 erreichen. Solche Zenithrefractionen dürften auch an continentalen Stationen hier und da durch eine anomale Temperaturvertheilung in den höheren Schichten vorkommen, werden aber durch mehrere Beobachtungsnächte sicherlich eliminirt, was jedoch in Gebirgsgegenden und Küstenstationen mit ihren constanten Temperaturgradienten nicht anzunehmen ist.

Es dürfte nicht uninteressant sein, ein Beispiel für die Schichtenneigungscorrectionen in Folge von Druckgefällen anzuführen. Ich wähle die monatlichen Durchschnitts-Druckgefälle in der Meridianrichtung für Berlin, die mir von Herrn v. Bezold freundlichst mitgetheilt wurden; es ergiebt sich die wohl keiner Erklärung bedürftige Tabelle:

Monat	G Gradient $N - S$	λ Schichtenneigung	Correctionen der wahren gestörten Zenithdistanz für Berlin $z = 0°$	$z = 80°$
	mm			
Januar	0·6	11''·7	±0''·004	±0''·11
Februar	0·5	9 ·8	0 ·003	0 ·09
März	0·4	7 ·8	0 ·002	0 ·07
April	0·0	0 ·0	0 ·000	0 ·00
Mai	0·1	2 ·0	0 ·000	0 ·02
Juni	0·2	3 ·9	0 ·001	0 ·04
Juli	0·3	5 ·9	0 ·002	0 ·05
August	0·4	7 ·8	0 ·002	0 ·07
September	0·5	9 ·8	0 ·003	0 ·09
October	0·4	7 ·8	0 ·002	0 ·07
November	0·5	9 ·8	0 ·003	0 ·09
December	0·5	9 ·8	0 ·003	0 ·09
Jahr	0·4	7 ·8	0''·002	0''·07

Da der Luftdruck das ganze Jahr hin gegen Süden zunimmt, so fallen die Schichten gegen Norden hin und die ungestörten wahren Zenithe sind daher

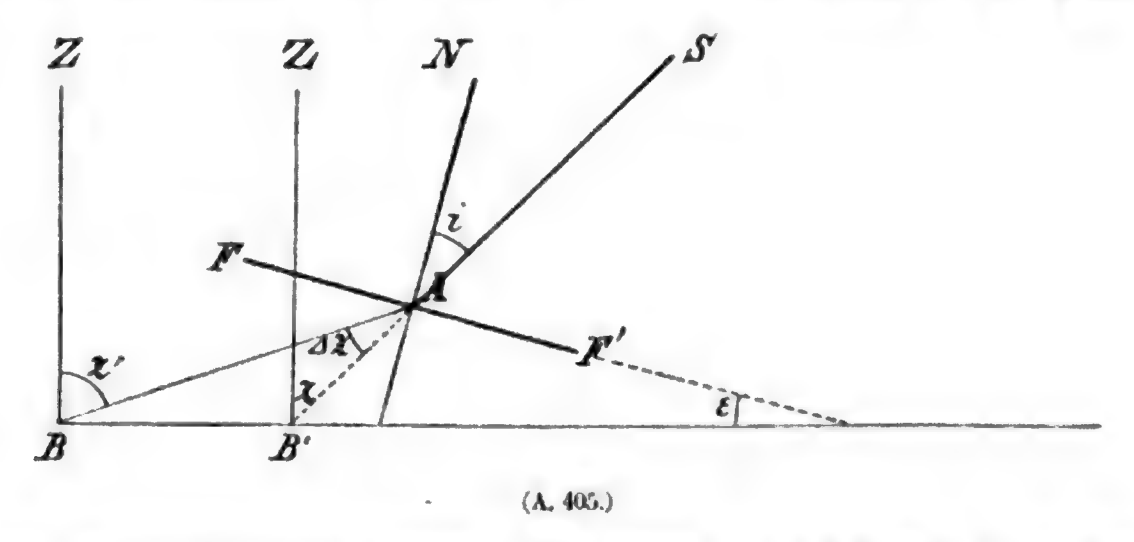
nach Süden zu legen. Die angegebenen Correctionen sind bei nördlichen Sternen mit negativen, bei südlichen mit positiven Zeichen zu versehen.

Nun ist Berlin in Folge seiner continentalen Lage günstig gelegen. Für MELBOURNE schätze ich nach den Isobaren-Karten auf Schwankungen vom dreifachen Betrage.

2. Die Saalrefraction.

Eine zweite stark störende Ursache bildet der Umstand, dass meistens die Beobachtungen in einem etwas gegen die äussere Luft anders temperirten Saale durch eine Klappe hindurch gemacht werden. Die Störung wirkt im doppelten Sinne, erstens finden Brechungen in Folge der verschiedenen Temperaturen statt, zweitens können die Schichten anderer Temperaturen verschiedene Neigungen gegen den Horizont einnehmen, wodurch ebenfalls die Brechungen anders erfolgen.

Fällt ein Strahl S auf eine Unstetigkeitsfläche FF', die gegen den Horizont um den Winkel ε geneigt ist, im Punkt A auf, so wird der Strahl nach B in das Auge des Beobachters gelangen, die Abweichung, die der Strahl AS ausserhalb des Saales durch den Saal erhält, also die Abweichung von BA gegen AS,



(A. 405.)

wird die Saalrefraction genannt. Verlängert man AS bis B', so ist die Saalrefraction der $\sphericalangle BAB' = \Delta z$, diese ist offenbar gleich dem Unterschiede der scheinbaren Zenithdistanzen, unter welchen der Strahl ausserhalb und im Saale verläuft. Es ist also nach der Figur:

$$\Delta z = z - z'$$

Ich muss demnach die Saalrefraction Δz zur beobachteten Zenithdistanz z' dazugeben, um die Zenithdistanz z zu erhalten, die ich bei Abwesenheit des Saales beobachtet hätte. Ziehen wir noch die Normale AN auf die Fläche FF' im Punkte A und nennen den Einfallswinkel des Strahles $\sphericalangle SAN = i$, herrsche aussen der Beobachtungsexponent μ, innen im Saale μ', so ergiebt das Brechungsgesetz sofort:

$$\mu \sin i = \mu' \sin (i + \Delta z)$$

und hieraus folgt strengt

$$\Delta z = arc \sin \left(\frac{\mu}{\mu'} \sin i\right) - i.$$

Meistens ist der Saal wärmer, also $\mu' < \mu$; damit der Strahl überhaupt in den Saal dringt, muss dann

$$\frac{\mu}{\mu'} \sin i < 1 \quad \text{oder} \quad \sin i \leqq \frac{\mu'}{\mu}$$

sein. Im Falle des Gleichheitszeichens tritt das Maximum ein, das ist für

$$sin\, i = \frac{\mu'}{\mu}.$$

Die beiden Brechungsexponenten sind stets sehr wenig von einander verschieden, setzen wir:

$$\mu' = \mu - \Delta\mu,$$

so ist $\Delta\mu$ eine sehr kleine Grösse. Es wird dann

$$sin\, i = 1 - \frac{\Delta\mu}{\mu}$$

und

$$\Delta z = \frac{\pi}{2} - i$$

also:

$$sin\, i = cos\, \Delta z = 1 - \tfrac{1}{2}\Delta z^2 = 1 - \frac{\Delta\mu}{\mu}$$

und:

$$\Delta z = \sqrt{2\frac{\Delta\mu}{\mu}}.$$

Die Grösse $\frac{\Delta\mu}{\mu}$ ist aber eine Function der Temperaturdifferenz τ (innen—aussen). Es ist ja:

$$\mu = 1 + (\mu_0 - 1)\frac{\rho}{\rho_0}.$$

Da der Luftdruck innen und aussen als gleich angenommen werden kann, so kann man

$$\frac{\rho}{\rho_0} = \frac{1 + mt_0}{1 + mt}$$

setzen. Wir nehmen als den Normalzustand $t = 0°$ C. an und so wird, wenn man logarithmirt:

$$log\, \mu = log\left[1 + (\mu_0 - 1)\frac{1}{1 + mt}\right].$$

Entwickelt man die rechte Seite, so genügt es vollständig, sich mit der ersten Potenz von $(\mu_0 - 1)$ zu begnügen; differenzirt man nun, so kann man wieder mit Uebergehung ganz unwesentlicher Glieder endlich setzen (giltig für 0° C.):

$$\frac{\Delta\mu}{\mu} = (\mu_0 - 1)m\tau = 0{\cdot}00029315 \cdot 0{\cdot}003663\,\tau =$$
$$= 0{\cdot}0000010738\,\tau = 0''{\cdot}2215\,\tau.$$

Führen wir dies in den Ausdruck für das Maximum der Saalrefraction bei der Temperaturdifferenz τ (innen-aussen) ein, so ergiebt sich nach unseren Annahmen ($\tau > 0$) für die Saalrefraction der Betrag:

$$\text{Maximum von } \Delta z = -\sqrt{2\frac{\Delta\mu}{\mu}} = -\,302''{\cdot}28\sqrt{\tau}.$$

Es beträgt in modernen Beobachtungssälen die beobachtete Temperaturdifferenz meistens ungefähr 1° C., so dass das Maximum der Saalrefraction auf uber 5 Bogenminuten zu veranschlagen ist. Nun dies tritt niemals ein, weil fast absolut streifende Incidenz des Strahles höchst unwahrscheinlich ist und die Saalrefraction mit kleiner werdendem Incidenzwinkel i rasch abnimmt. Wir können daher stets auf den strengen Ausdruck sofort Reihenentwickelungen anwenden und gleich beim ersten Gliede stehen bleiben; es ist:

$$\Delta z = arc\, sin\left[sin\, i - \frac{\Delta\mu}{\mu}\, sin\, i\right] - i = -\frac{\Delta\mu}{\mu}\, tang\, i = -\,0''{\cdot}2215\, tang\, i \cdot \tau,$$

eine Formel, welche bis Incidenzwinkel $i < 85°$ ausreicht und demnach die Saalrefraction völlig darstellt. Es sind, wie das Zeichen sagt, und schon aus der Figur folgt, bei wärmerem Saal ($\tau > 0$) die beobachteten Zenithdistanzen zu verkleinern, bei kühlerem Saal zu vergrössern. Die Existenz der vorausgesetzten Unstetigkeitsfläche ist jedenfalls ein idealer Fall; man wird sich der Wahrheit mehr nähern, wenn man eine wie immer geartete Temperaturabnahme normal zu dieser Fläche annimmt. Es verlaufen dann die Schichten verschiedener Temperatur parallel zu dieser Fläche, unsere Formel aber bleibt dabei dennoch streng, wenn man unter τ die Temperaturdifferenz zwischen der Luft vor dem Objective, das ist die letzte brechende Fläche, und der äusseren Luft bezeichnet. Eine noch allgemeinere Voraussetzung ist die, dass alle die verschieden warmen Schichten nicht parallel zu einander sind und gegen einander geneigt sind, diese wirken dann wie Prismen; aber auch dann gilt der Satz, dass die Saalrefraction proportional der Temperaturdifferenz ist, nur ist der Proportionalitätsfaktor von $0''\cdot 2215 \, tang \, i$ verschieden. Auf alle Fälle wird man sehr nahe die Wahrheit treffen, wenn man

$$\Delta z = a \tau$$

setzt, wo a eine Constante ist.

Ich bin in den letzten Betrachtungen BAKHUYZEN[1]) gefolgt, der zuerst das Problem allgemeiner und erschöpfend behandelt hat, während FAYE[2]) zuerst auf die Wirkung der Saalrefraction aufmerksam gemacht hat. Um nun den Coëfficienten a zu ermitteln, zieht BAKHUYZEN die bei wärmerem Saale und bei kühlerem beobachteten Zenithdistanzen eines und desselben Sternes in Vergleich und nimmt an, dass in beiden Fällen die Form der idealen Unstetigkeitsfläche, die gleichsam die Mittelfläche aller Flächen gleicher Dichte vorstellt, dieselbe bleibt. Der Coëfficient a folgt dann aus der Gleichung, wenn δ und τ die bei wärmerem Saale beobachtete Deklination und Temperaturdifferenz bedeutet, δ' und τ' die bei kühlerem Saale:

$$a = \frac{\delta - \delta'}{\tau - \tau'}.$$

Macht man noch die Annahme, dass die Schichten gleicher Dichte parallel laufen, so wird ja:

$$a = \frac{\delta - \delta'}{\tau - \tau'} \, 0''\cdot 2215 \, tang \, i$$

und es ist sogar das i für jede Zenithdistanz bestimmbar und hiermit auch die Form der Unstetigkeitsfläche. Er findet z. B. für Polaris in oberer Culmination $\delta - \delta' = 0''\cdot 49$ für $\tau - \tau' = 3° \, 56$ C., in unterer Culmination $\delta - \delta' = + 0''\cdot 5$[illegible] und $\tau - \tau' = 3° \, 28$ C., daraus ergiebt sich:

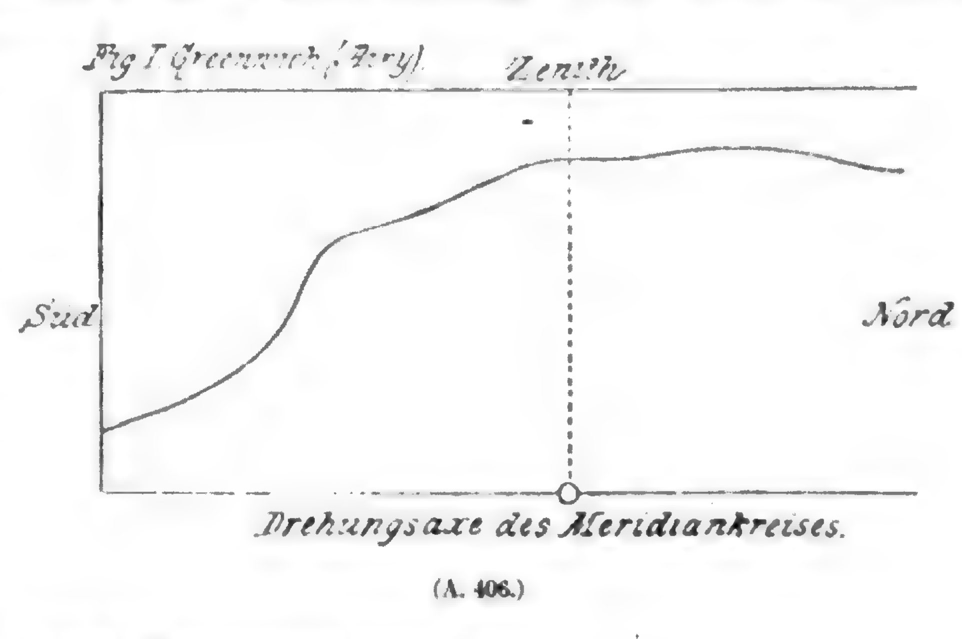
$$\text{für O. C.} \begin{cases} a = - 0''\cdot 138 \\ i = + 32° \end{cases} \qquad \text{für U. C.} \begin{cases} a = + 0''\cdot 165 \\ i = + 37° \end{cases}$$

Das positive Zeichen von i bedeutet, dass der einfallende Strahl einen grösseren Winkel mit der Verticalen macht als die Normale. Nun führt er dies für mehrere in Greenwich beobachtete Sterne in verschiedenen Zenithdistanzen durch, erhält auf diese Weise für Greenwich aus den Beobachtungen 1851—18[illegible] und für Königsberg aus den BESSEL'schen 1842, 1843 und 1844 folgende in beistehender Tafel veranschaulichte Unstetigkeitsflächen (Fig. 406 I und 407 II).

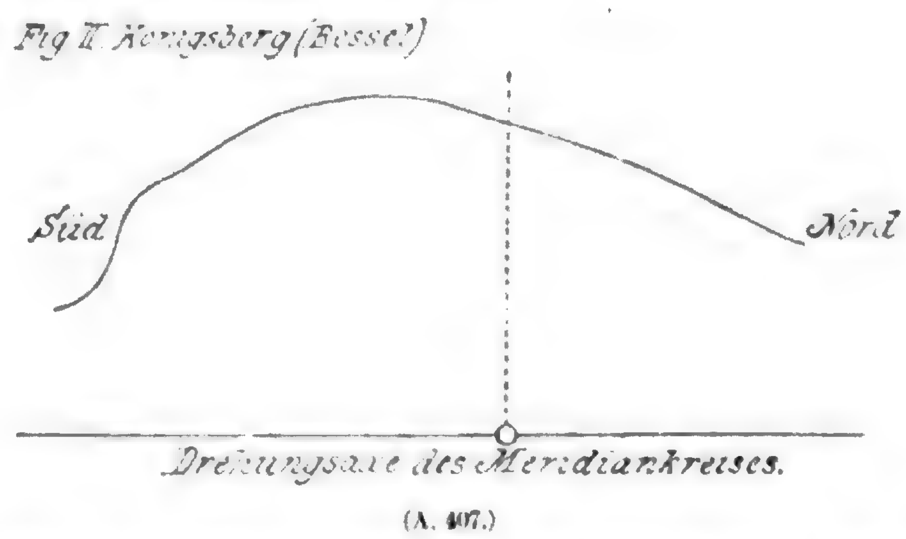
[1]) BAKHUYZEN, Ueber den Einfluss der Strahlenbrechung im Beobachtungssaale auf die im Meridian bestimmten Deklinationen. Astr. Nachr. Bd. 72, pag. 241, 1868.

[2]) FAYE, C. R. Tom. XXI, pag. 401, 635, 757, 1850.

Mir erscheinen jedoch alle diese Resultate als sehr bedenklich. Die Annahme, auf die alle Schlüsse Bakhuyzen's basiren und die darauf beruht, dass die Form der Unstetigkeitsfläche bei kühlerem und wärmerem (relativ zur Aussentemperatur) Saal dieselbe bleibt, ist sicher unrichtig. Diese Form ist offenbar eine Function der Temperaturdifferenz. Ist der Saal wärmer und ist es vollkommen windstill, so strömt die kalte wärmere Luft unten horizontal in den Spalt, während die wärmere oben abströmt; auf diese Weise erhält sich die constante Temperaturdifferenz zwischen innen und aussen, wenn auch die Temperatur der Luft aussen im Laufe der Beobachtung in der Nacht sinkt; ist der Saal kühler, wie es bei den Tagesbeobachtungen meistens stattfindet, so tritt gerade das Umgekehrte ein, unten strömt die kalte horizontal aus dem Spalte, oben tritt die warme Luft ein. Es ist keine Frage, dass in beiden Fällen die Unstetigkeitsfläche ganz andere Formen annehmen wird; ausserdem wird τ sehr unsicher bestimmt und sehr von der Aufstellung des inneren Thermometers abhängen, man findet, dass die Temperatur selbst in einem Saale, wie die Bauschinger'schen Münchener Beobachtungen, auf die wir zurückkommen werden, constante Differenzen bis 0·2° C. aufweisen, die also eine Unsicherheit von 20% in den zu Grunde liegenden Temperaturdifferenzen bedingen.



(A. 406.)



(A. 407.)

In der Regel herrscht aber keine vollkommene Windstille, da lehrt aber die Erfahrung, dass nicht allzu verschieden temperirte Luftschichten einfach den horizontalen Luftströmungen folgen. Im Allgemeinen wird also die um 1—2° C. wärmere Saalluft, wo von einer Kraft des Auftriebes kaum gesprochen werden kann, der allgemeinen aussen herrschenden Luftströmung folgen.

Die einzig mir bekannte moderne von Hypothesen freie Untersuchung über Saalrefraction rührt von Nyrén[1]) her. Er verwendet nur Nachtbeobachtungen und

---

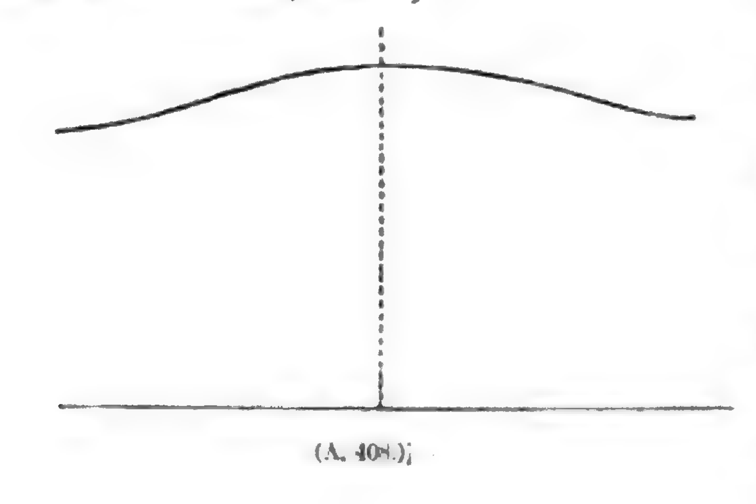
[1]) Nyrén, Ueber die Refraction im Beobachtungsraume, Astr. Nachr. Bd. 131, pag. 291, 1893. — Déduction des déclinaisons moyennes du catalogue des étoiles principales pour 1885·0, Publ. d. l'Observat. centr. Nicolas, Vol. II, Ser. 2, pag. 896.

die ganz kleinen Schwankungen der Temperaturunterschiede $\tau - \tau'$ im Laufe des Jahres, setzt die Abweichungen der Sternörter von ihrem Mittel proportional den Abweichungen der Temperaturunterschiede vom mittleren Temperaturunterschiede, der etwa 1·0° C. betrug, womit er folgende Refractionscorrectionen dr, das sind die Beträge der Saalrefraction, erhält (τ in Celsius):

z	dr (Saalrefraction)
10° — 30°	— 0''·02 τ ± 0''·01 τ
30° — 40°	— 0 ·09 τ ± 0 ·02 τ
40° — 50°	— 0 ·13 τ ± 0 ·02 τ
50° - 60°	— 0 ·20 τ ± 0 ·02 τ
60° — 65°	— 0 ·28 τ ± 0 ·03 τ
65° — 70°	— 0 ·37 τ ± 0 ·04 τ
70° — 75°	— 0 ·43 τ ± 0 ·04 τ
75° — 80°	— 0 ·64 τ ± 0 ·05 τ
80° — 82°	— 1 ·16 τ ± 0 ·12 τ
82° — 84°	— 1 ·79 τ ± 0 ·26 τ
84° — 87° (bez. auf 85°)	— 2 ·98 τ ± 0 ·44 τ.

Die mittleren Fehler sprechen für die Realität der gefundenen Beträge. Behandeln wir nach Art BAKHUYZEN's die NYRÉN'schen Resultate, indem ja der früher eingeführte Coëfficient $a = 0''·2215\ tang\ i$ gleich den hier angegebenen Coëfficienten von τ ist, so erhalte ich für das Mittel der Zenithdistanzen folgende Incidenzwinkel unter i, ferner unter $i - z$ die Schichtenneigungen gegen den Horizont. Die anderen Columnen werden später erklärt werden.

Unter Annahme geneigter Unstetigkeitsfläche			Unter Annahme horizontaler Schichtung		
z	i	$i - z$	dr beob.	dr ber.	$B - R$
20°·0	+ 5°	— 10°	— 0''·02	— 0''·05	+ 0''·03
35 ·0	+ 22	— 13	— 0 ·09	— 0 ·10	+ 0 ·01
45 ·0	+ 31	— 14	— 0 ·13	— 0 ·14	+ 0 ·01
55 ·0	+ 42	— 13	— 0 ·20	— 0 ·20	0 ·00
62 ·5	+ 52	— 10	— 0 ·28	— 0 ·27	— 0 ·01
67 ·5	+ 59	— 8	— 0 ·37	— 0 ·34	— 0 ·03
72 ·5	+ 63	— 9	— 0 ·43	— 0 ·45	+ 0 ·02
77 ·5	+ 71	— 6	— 0 ·64	— 0 ·64	0 ·00
81 ·0	+ 81	0	— 1 ·16	— 0 ·89	— 0 ·27
83 ·0	+ 83	0	— 1 ·79	— 1 ·15	— 0 ·64
85 ·0	+ 86	0	— 2 ·98	— 1 ·79	— 1 ·19



(A. 408.)

Unter Fig. 408 III ist die Form der Unstetigkeitsfläche nach dieser Art der Behandlung veranschaulicht, deren Methode hier mehr Berechtigung besitzt. Man wird jedoch auch diesen geringen Neigungen der Schichten kaum eine Realität zusprechen.

Nach früheren Erörterungen werden im Allgemeinen die wärmeren Luftschichten des Saales horizontal strömen; es erscheint daher als erste plausibelste An-

nahme eine horizontale Schichtung anzunehmen. Für diese wird $i = z$ und die Saalrefraction wird:

$$\Delta z = -0''{\cdot}2215\, tang\, z \cdot \tau.$$

Ich habe nun mit Ausschluss der Beobachtungen über 80° Z. D. für den besten Coefficienten von $tang\, z$ aus den NYRÉN'schen Beobachtungen 0''·141 gefunden. Es ist also:

$$\Delta z = -0''{\cdot}141\ tang\, z = -0''{\cdot}221\ tang\, z \cdot \tau.$$

Es bleiben dann die in oberer Tabelle angegebenen Differenzen $B - R$ übrig, wenn dr mit 0''·141 $tang\, z$ berechnet wird. Man wird daraus eine völlige Uebereinstimmung ersehen und die horizontale Schichtung bis 80° als wahrscheinlich betrachten. Es ist ja zu betonen, dass Schichtenneigungen vom constanten Neigungswinkel in ihrer Wirkung nicht Temperaturfehlern aequivalent sind und es ein seltener Zufall wäre, wenn das Neigungsgesetz der Unstetigkeitsfläche gerade so gestaltet wäre. Für τ ergiebt sich hieraus

$$\tau = +0{\cdot}64°\ \mathrm{C.},$$

nach den Temperaturmessungen aber + 1·0° C. Ich schliesse daraus, dass in Pulcowa ein Temperaturfehler von etwa — 0·4° C. besteht, so zwar, dass das innere Thermometer um 0·4° C. zu hoch zeigt und dass Fehler von ähnlichen Beträgen auch in anderen Beobachtungsreihen stecken mögen.

Das innere Thermometer hängt in einem von Wänden fast vollständig umschlossenen Raum, nur die Spalte führt eine geringfügige Unterbrechung herbei. Ist die Luft in einem derartigen Raume ruhig, so zeigt ein Thermometer in ihm nicht die Temperatur der Luft, sondern die der Wände an. Infolge von Luftbewegungen, wie sie immer Platz greifen, werden die Thermometer eine etwas niedrigere Temperatur als die der Wände angeben, und nur bei starker Aspiration, z. B. bei starkem Winde oder bei Anwendung eines Aspirationsthermometers wird man die reine Lufttemperatur im Saale erhalten. Nun hat BAUSCHINGER[1]) Beobachtungen durch 4 Monate hindurch mit einem derartigen Thermometer gemacht, und es hat sich eine Differenz herausgestellt und zwar

inneres Thermometer-Aspirationsthermometer = + 0·4° C.,

ein Betrag, der ganz, z. Thl. wohl zufällig, mit dem aus den NYRÉN'schen Beobachtungen folgenden stimmt. Hier in nebenstehender Zeichnung ist die Form der Meridianspalte in München angegeben, in I, II, III, IV und V die in der Spaltebene hängenden Thermometer, in M die Drehungsaxe des Meridiankreises. Diese Thermometer zeigen im Jahre constante Unterschiede gegen das Mittel aus allen Thermometern. So ergab sich nämlich (Therm. — Mittel):

[1]) BAUSCHINGER schiebt diese Differenz auf eine vermehrte Aspiration durch die freie Spalte, was mir nicht wahrscheinlich erscheint, besonders mit Rücksicht auf eben gemachte Ueberlegungen.

I	$-0^\circ{\cdot}13$
II	$0{\cdot}00$
III	$+0{\cdot}04$
IV	$+0{\cdot}16$
V	$-0{\cdot}07$

Die Thermometer an der Südwand müssen offenbar höher zeigen, in Folge der grösseren Strahlung und anzunehmen, dass auf der Strecke von einigen Metern constante Unterschiede bis zu 0·2° C. in der Lufttemperatur bestehen, erscheint mir doch sehr bedenklich. Das Aspirationsthermometer zeigte gegen das Mittel aller dieser Thermometer die oben angegebene Differenz.

Im Hinblick auf das physikalische Strahlungsgesetz, auf die Münchener Aspirationsthermometerresultate und den Umstand, dass Nyrén's Beobachtungen auf dasselbe Resultat führen, glaube ich behaupten zu dürfen, dass alle »inneren« Temperaturen bei wärmerem Saale um einige Zehntel Grade zu hoch gemessen werden, bei kälterem zu niedrig.

Unter dieser Annahme spricht nichts gegen die horizontale Schichtung in Pulcowa, sondern die völlige Uebereinstimmung bis 80° spricht für dieselbe; ob die über 80° Z. D. auftretenden Differenzen thatsächlich auf einer Schichtenneigung beruhen oder auf anderen Fehlerquellen, z. B., dass die Temperatur nicht am Objectiv gemessen wird, möge dahingestellt bleiben. Mag man die Bakhuyzen'schen Unstetigkeitsflächen als reell ansehen oder die obige Behandlung annehmen, keinesfalls wird man darauf geführt, dass die Unstetigkeitsfläche parallel mit der Meridianspalte läuft, — eine in letzter Zeit wiederholt gemachte Hypothese, — speciell also in München bis etwa 60° horizontal und dann bis zum Horizont vertical verläuft. Allerdings wird man annehmen müssen, dass die Form der Spalte einen Einfluss hat jedoch nur dann, wenn eine horizontale Schichtung gar nicht Platz greifen kann, wie dies z. B. bei den gewöhnlichen Meridianspalten in sehr grossen Z. D. oder bei so merkwürdigen Verhältnissen wie im Potsdamer Meridianhäuschen[1]). Ob aber der Einfluss ein derartiger ist, dass die Unstetigkeitsfläche sich der Form der Spalte anschliesst, bedarf immer erst einer Untersuchung.

Wenn nun keine specielle Untersuchung über die Saalrefraction eines bestimmten Beobachtungsraumes vorliegt, welche Temperaturen sind dann bei der Refractionen zu nehmen, die äusseren oder die inneren? Nehmen wir die äusseren als die massgebenden an und soll dies die Zenithdistanzen richtig ergeben, so muss

$$\Delta z = -\frac{\Delta\mu}{\mu} \tan i = 0, \quad \text{also} \quad i = 0$$

werden, d. h. der Strahl muss stets normal auf der Unstetigkeitsfläche stehen, diese ist demnach eine Cylinderfläche, die um die Drehungsaxe des Instrumentes geschlagen wird. Eine derartige Hypothese ist unmöglich als Regel hinzustellen. Nehmen wir die innere Temperatur, so übergehen wir die Saalrefraction $-\frac{\Delta\mu \tan i}{\mu}$ und begehen noch den Fehler $\frac{\Delta\mu}{\mu} \tan z$. Der Gesammtfehler wird sein:

$$\frac{\Delta\mu}{\mu} \{\tan z - \tan i\}.$$

---

[1]) Helmert, die Zimmerrefraction, Veröff. d. Kgl. preuss. geod. Inst. Heft I. pag. 135; 1868.

Nach den früheren Erörterungen ist es wahrscheinlich, dass wenn für genügende Lüftung des Saales gesorgt ist, $tang\, i = tang\, z$ gesetzt werden kann, weil dann eine horizontale Schichtung Platz greift. Mithin ist der begangene Fehler Null. Es kann daher mit Wahrscheinlichkeit der Satz aufgestellt werden:

Verwendet man die innere mittelst eines unmittelbar vor dem Objective angebrachten Aspirationsthermometers gemessene Temperatur, so ist man bis 80° Z. D. von der Saalrefraction unabhängig.

Von welcher Bedeutung die Frage ist, welche Temperatur zu verwenden ist, ersieht man daraus, dass z. B. BAUSCHINGER für die Constante der Refraction unter Verwendung:

der äusseren Temperatur $= 60''\cdot132$
„ inneren „ $= 60''\cdot556$

gefunden hat, ein Unterschied, der z. B. schon in der Z. D. 45° einen systematischen Fehler von $0''\cdot4$ hervorruft. Auch Reflexbeobachtungen können dazu dienen, Anhaltspuncte über die Saalrefraction zu gewinnen, da aber diesen bekanntlich grosse praktische Mängel anhaften, soll hier nicht darauf eingegangen werden. Fast überall werden die äusseren Temperaturen herangezogen, da nun bei Tagesbeobachtungen die Temperaturdifferenzen zwischen innen und aussen geringer werden, als bei Nachtbeobachtungen, so sind Unterschiede zwischen diesen Beobachtungen zu erwarten. In der That kam GYLDÉN zu dem Resultate, »dass in Pulcowa die Z. D. kleiner aus Tag-, als aus Nachtbeobachtungen gefunden werden. Die Unterschiede sind den Refractionen proportional und am grössten für Sterne, von denen die Sonne im Herbst um 180° in AR absteht, am kleinsten für Sterne, zu denen die Sonne im Frühjahr eine ähnliche Beziehung hat.« Die Unterschiede erklären sich vollkommen aus Temperaturfehlern, und zwar für die erste Gruppe von Sternen $\Delta t = +1\cdot8°$ C., für die zweite $\Delta t = +0\cdot1°$ C., wenn man die Tageszeit der Tagesbeobachtungen berücksichtigt, in dem diese für die erste Gruppe der Sterne hauptsächlich auf den Nachmittag, wo τ positiv ist, für die zweite auf die Vormittagstunden fällt, wo τ gewöhnlich negativ ist. Es möge dies GYLDÉN'sche Resultat als weitere Stütze zum vorherigen dienen.

3. Aenderungen in der Constitution der Atmosphäre.

Eine dritte störende Ursache ist die Veränderlichkeit der Temperaturabnahme mit der Höhe. Wir haben schon früher gezeigt, dass bei 70° Z. D. diese nicht den geringsten Einfluss besitzen kann. Ueberschreitet man aber 85°, so wird der Einfluss ganz beträchtlich und kann im Horizont einige Minuten betragen. Um die Abweichungen vom normalen Temperaturgesetz zu berücksichtigen, schlägt schon IVORY ein Zusatz-Glied vor, RADAU empfiehlt noch ein quadratisches Glied

$$\frac{1 + mt}{1 + mt_0} = 1 - f(1 - x) - g(1 - x)^2,$$

wodurch jedenfalls ein grösserer Spielraum gewonnen wird, und als einfachstes Mittel bei besonderen Störungen die Anwendung der Quadratur auf das Refractionsintegral vor. GYLDÉN fügt seinem Gesetz noch ein Glied bei, sodass es lautet:

$$\frac{1 + mt}{1 + mt_0} = \left(1 - \frac{3}{2}s\right)^2 - \varepsilon(1 - e^{-\varkappa s})$$

und verfolgt den Zweck, Veränderungen der Temperaturabnahme in den untersten Schichten darzustellen, wie sie hauptsächlich tagsüber Platz greifen, $\varkappa$ ist eine

absolute Constante, ε ist mit der Tageszeit veränderlich. OPPOLZER giebt zu seiner Grundannahme

$$\frac{dt}{d\rho} = constans$$

Zusatzglieder von der Form $\varkappa' \rho^{\sigma-1}$, wo im allgemeinsten Falle die $\varkappa'$ und σ Functionen des atmosphärischen Zustandes und der Localität sind und ausserdem noch mit der Zeit veränderlich sein können, so dass er setzt:

$$\frac{dt}{d\rho} = constans + \nu \Sigma \varkappa_\nu \rho^{\sigma_\nu - 1}.$$

Es ist klar, dass man durch solche Glieder jeden atmosphärischen Zustand beliebig nahe darstellen kann und besonders Störungen in den untersten Schichten. Das Dichtegesetz wird durch das Hinzufügen dieser Glieder:

$$s = -B \log nat\, x + \beta(1 - x) + P,$$

wo

$$P = mL(1 + \xi) \Sigma \varkappa^{(\nu)} \left[\frac{\sigma_\nu - 1}{\sigma_\nu} - 2x + \frac{\sigma_\nu + 1}{\sigma_\nu} x^{\sigma_\nu}\right]$$

st. Das Glied P wird klein sein, da das Gesetz der Temperaturabnahme schon durch die ursprünglichen zwei Glieder sehr genau dargestellt wird, und man kann, wenn dieses allgemeinere Temperaturgesetz in das Hauptglied der Refraction eingeführt wird, sofort nach Potenzen von P entwickeln, bei der ersten Potenz stehen bleiben und erhält als das Integral, welches die Störungen durch die Veränderlichkeit der Temperaturabnahme darstellt:

$$\delta R = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \int \frac{P\,dx}{\sqrt{\cot^2 z - 2B \log x + 2\gamma(1 - x)}^3}.$$

Führen wir wieder die Entwickelung mit Hilfe der B' durch, so kann man in Anbetracht der Kleinheit von P das Product dieser Grösse in $2\gamma\,(1 - e^{-y} - fy)$ als Grösse höherer Ordnung übergehen und erhält dann durch Integration:

$$\delta R = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \sum \varkappa m L \frac{(1 + \xi)}{B'} \sqrt{\frac{2}{B'}} \left\{-\frac{\sigma - 1}{\sigma} \Psi(1) + 2\sqrt{2}\,\Psi(2) - \frac{(\sigma + 1)^{\frac{3}{2}}}{\sigma} \Psi(\sigma + 1)\right\}.$$

Der Ausdruck in der Klammer kann wieder tabulirt werden mit den beiden Argumenten $g = \frac{\cot z}{\sqrt{2B'}}$ und σ, und kann mit φ_σ bezeichnet werden; auch diese Tafeln findet man in der OPPOLZER'schen Abhandlung. Der Störungsbetrag ergiebt sich dann leicht aus:

$$\delta R = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \frac{mL(1 + \xi)}{B'} \sqrt{\frac{2}{B'}} \sum \varkappa \varphi_\sigma$$

Diese Formel würde es unschwer ermöglichen, den Einfluss der in heiteren Nächten constatirten »Temperaturumkehr« zu berechnen, ohne zum Hilfsmittel der mechanischen Quadratur zu greifen. Sowohl zahlreiche nächtliche Ballonfahrten, als auch die Beobachtungen am Eiffelthurme in Paris haben hauptsächlich in heiteren Nächten ein Maximum der Temperatur von rund 2° C. in 200 *m* Höhe ergeben. BAUSCHINGER[1]) hat den Einfluss dieser Störung durch mechanische Quadratur berechnet und folgende Correctionen gefunden:

[1]) BAUSCHINGER l. c., pag. 218.

z	Correctionen der Refraction
74° 2′	+ 0″·06
79° 4′	+ 0 ·23
82° 16′	+ 0 ·63
84° 7′	+ 1 ·32
86° 22′	+ 5 ·08
87° 56′	+16 ·36

Die Temperaturumkehr bewirkt also eine Vergrösserung der Refractionen. Schon GYLDÉN[1]) hat ähnliche Untersuchungen angestellt, er untersucht den Fall, dass ein Temperaturmaximum von 2° C. in Höhen von 36 und 108 *m* Platz greift und findet folgende Correctionen:

z	36 *m*	108 *m*
88° 0′	+ 0″·2	+ 0″·4
30′	0 ·4	1 ·0
89° 0′	1 ·3	2 ·9
15′	3 ·0	5 ·8
30′	9 ·2	13 ·9
45′	68 ·3	41 ·8
90° 0′	309 ·5	178 .7

Ueber diese Fragen sehe man auch die Arbeiten RADAU's[2]) nach, der allerlei Störungen in Rücksicht zieht und ihren Betrag auswerthet. Alle diese Untersuchungen führen dahin, dass erst von 80° die Einflüsse merkbar werden und man in grösseren Höhen von diesen ganz sicher frei ist. Vom astronomischen Standpunkte aus sind also diese Einflüsse ganz bedeutungslos, weil exacte Messungen über 80° nicht mehr gemacht werden können. Es kommen hier noch viele störende Ursachen in Wirksamkeit, so die Luftunruhe und die Dispersion der Luft, welche das Sternbild in ein Spectrum verwandelt; diese wollen wir als letzte Störungsursache näher betrachten.

4) Einfluss der Dispersion der Luft[3]).

KAYSER und RUNGE[4]) haben die Dispersion der normalen atmosphärischen Luft untersucht und ihre Beobachtungen mit Hilfe der CAUCHY'schen Formel ausgeglichen und erhalten:

$$10^7 (\mu_0 - 1) = 2878{\cdot}7 + 13{\cdot}16\,\lambda^{2-} + 0{\cdot}316\,\lambda^{-4}$$

wo λ in Tausendstel Millimetern angegeben ist. Dies ergiebt für verschiedene FRAUNHOFER'sche Linien folgende Brechungsexponenten für 0° C. und 760 *mm* Druck feuchter Luft.

---

[1]) GYLDÉN, Untersuchungen über die Constitution der Atmosphäre (II. Abhandlung) Akad. Petersb., Tom. XVI, No. 4, pag. 45, 1868.

[2]) RADAU, Recherches sur la théorie des refractions astronomiques, Annales de l'Observatoire de Paris, Tome XVI, XVIII, XIX.

[3]) SEELIGER, Notiz über die Strahlenbrechung in der Atmosphäre, Sitzber. Akad. München. Bd. 21, pag. 245, 1891 — und PROSPER HENRY, Sur une méthode de mesure de la dispersion atmosphaerique C. R. Bd. CXII, pag. 377, 1891.

[4]) KAYSER und RUNGE, Die Dispersion der atmosphärischen Luft. Monatsber. Berlin, pag. 79, 1893.

Linie nach ANGSTRÖM und CORNU	Wellenlänge in $\frac{1}{1000}$ *mm*	Brechungsexponent
A	0·760	0·0002902
B	687	2908
C	656	2911
D	589	2919
Maximal-Intensität	575	2921
E	527	2930
F	486	2940
G	431	2959
H	397	2975
K	393	2977
L	382	2984
M	373	2990
N	328	3000

Da die Refractionsconstante als proportional zu $\mu_0 - 1$ angesehen werden kann, so lässt sich die Breite des Spectrums in jeder Zenithdistanz bestimmen, wenn wir Anhaltspunkte über die Länge des sichtbaren Theiles eines Sternspectrums besitzen, welche offenbar nur physiologischen Gesetzen unterworfen ist.

Eine Näherung erhalten wir wohl, wenn wir das sichtbare Spectrum von *B* bis *G* gehen lassen, dann erhalten wir:

$$\frac{\Delta\alpha}{\alpha} = \frac{\Delta\mu}{\mu - 1} = \frac{48}{2932} = 0{\cdot}016.$$

Nach einem früheren Satze pag. 575 ist:

$$\frac{\Delta\alpha}{\alpha} = \frac{\Delta R}{R},$$

so dass die Breite ΔR des sichtbaren Spectrums aus der Gleichung

$$\Delta R = 0{\cdot}016\, R$$

folgt.

Das giebt für die verschiedenen Zenithdistanzen folgende Breiten:

Zenithdist.	Breite des Spectrums
0°	0″·00
20	0 ·35
40	0 ·82
60	1 ·66
70	2 ·64
80	5 ·30
85	9 ·86
87·5	16 ·16
90	35 ·36

Bis 60° dürften diese Beträge der Wahrheit nahe kommen, darüber wirkt die Extinction der Atmosphäre auf die Breite des Spectrums ein in dem Sinne, dass die Spectraltheile kleiner Wellenlängen stärker geschwächt werden. Während das Beugungsbild eines Sternes auch einige Secunden beträgt, aber in Folge seiner nahe kreisförmigen Gestalt auf die Einstellungen von geringem Einflusse ist, ist dies hier nicht der Fall.

Es wäre leicht denkbar, dass in sehr grossen Zenithdistanzen auf andere Spectraltheile eingestellt wird. Doch dürfte bis 85° der Einfluss bedeutungslos

sein. Von grösserer Bedeutung können jedoch die Unterschiede in den Farben der Gestirne werden, indem die Einstellungen wohl eine Resultante aus der Maximalintensität des Sternspectrums und der Stelle der grössten Empfindlichkeit des Auges bilden werden. Rothe Sterne werden kleinere Refractionen aufweisen, ebenso Planetoiden, doch lässt sich dieser Einfluss theoretisch schwer abschätzen, da über die Intensitätsvertheilung in den Spectren zu wenig Quantitatives bekannt ist. Bei Parallaxenbestimmungen, wo bereits 0″·01 sicher erhalten werden sollen, müssen die besprochenen Einflüsse jedenfalls in Berücksichtigung gezogen werden[1].

Die Dispersion der Luft bewirkt auch, dass bei der Reduction photographischer Aufnahmen eine andere Refractionsconstante verwendet werden muss. Das Intensitätsmaximum für die photographischen Strahlen liegt bei der Wellenlänge 420 μμ[2]. Das giebt nach den oben angegebenen Resultaten von KAYSER und RUNGE für $\mu_0 - 1 = 0{\cdot}0002963$, die Constante der Refraction nach den neuesten Bestimmungen gilt für $\mu_0 - 1 = 0{\cdot}0002920$. Die Constante der photographischen Refraction ist daher 1·015 mal grösser als die der optischen und hiermit sind auch die optischen Refractionen mit diesem Factor zu multipliciren, um die photographischen zu erhalten. WILSING[3]) hat empirisch den Factor zu 1·01539 bestimmt.

Fassen wir die störenden Einflüsse zusammen, wie Schichtenstörungen, Saalrefraction, Spectrum und Störungen in der Temperaturabnahme, so können wir sagen, dass bis 70° Z. D. ausser den Schichtenstörungen nichts gefährlich werden kann. Diese letzteren aber, die sich sogar im Zenithe bemerkbar machen können, sind die bösesten und können aus den Beobachtungen nur schwer ermittelt werden, da ihr Einfluss mit den grossen Zenithdistanzen nicht genügend rasch wächst. Von 85° wirken alle Störungen so verstärkt ein, dass eine halbwegs präcise Beobachtung unmöglich ist. Man wird also nach alledem 70° nicht viel überschreiten, wenn man exacte Resultate, d. h. die Zehntel der Bogensecunde sicher erhalten will. Es dürfte hier am Platze sein, die mittleren Fehler einer Beobachtung und einer Refraction in den verschiedenen Zenithdistanzen anzuführen. Es findet BAUSCHINGER auf Grund sorgfältigster Beobachtung, Analyse und bester instrumentaler Hilfsmittel die mittleren Fehler (*m. F.*), indem er dieselben bis 85° durch die Formel:

$$m.\ F. = \pm \sqrt{0''{\cdot}32^2 + 0''{\cdot}23^2\ tang^2 z}$$

von 85° bis 87° 56′ durch die Formel:

$$m.\ F. = \pm \sqrt{0''{\cdot}32^2 + 0''{\cdot}28^2\ tang^2 z}$$

darstellt, wo der Fehler $\pm 0''{\cdot}32$ von dem mittleren Einstellungsfehler und dem Fehler des Nadirpunktes und die Fehler $\pm 0''{\cdot}23\,tg\,z$ und $\pm 0''{\cdot}28\,tg\,z$ von der Unsicherheit der Refraction herrühren. Es wird empfehlenswerther sein, die *m. F.* durch die Formel

$$m.\ F. = \pm \sqrt{a + bR^2}$$

darzustellen, wo R die mittlere Refraction bedeutet. Die BAUSCHINGER'schen Beobachtungen führen also zu den folgenden Resultaten:

---

[1]) D. GILL, On the effect of chromatic dispersion . . M. N. Bd. LVIII, pag. 53; 1897.

[2]) SCHEINER, die Photographie der Gestirne, pag. 125; 1897.

[3]) WILSING, Bestimmung der atmosphärischen Refraction für die photogr. wirksamen Strahlen, A. N. Bd. 145, pag. 273; 1898.

z	m. F. einer Beobachtung	m. F. einer Refraction
0°—10°	±0''·32	±0''·02
10 —20	0 ·34	0 ·06
20 —30	0 ·39	0 ·11
30 —40	0 ·35	0 ·16
40 —50	0 ·39	0 ·23
50 —60	0 ·43	0 ·33
60 —70	0 ·57	0 ·49
70 —75	0 ·75	0 ·73
75 —80	1 ·11	1 ·04
80 —85	1 ·79	1 ·75
85° 24'	3 ·63	2 ·85
86 38	5 ·40	3 .91
87 56	6 ·91	6 ·39

Die Bestimmung der im Refractionsausdrucke auftretenden Constanten aus den Beobachtungen.

In den Integralen, welche die Refraction bestimmen, treten nur drei Parameter auf, α, B und β. Zeigen die beobachteten Refractionen Abweichungen gegen die berechneten, so schreiben wir diese Fehler den zugrundeliegenden Parametern zu. Kleine Veränderungen dieser bewirken nach den Formeln der pag. 575 folgende Aenderungen ΔR in der Refraction R:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta\alpha}{\alpha}\left(1 - \frac{\varphi_\beta}{B'}\,\frac{\alpha}{\log e\,\sin^2 z}\right) + \frac{\varphi_\beta}{B'\log e}\,\Delta\beta + \frac{\varphi_B}{B'\log e}\,\Delta B$$

Diese drei Parameter hängen ausser von der Lage des Beobachtungsortes auch von den jeweiligen Luftzuständen ab und sind Functionen anderer Fundamentalconstanten. Wir setzten

$$B = L'(1 + mC)$$
$$\beta = 2L'(t - C)\,m$$
$$2\alpha = \frac{c\rho}{1 + c\rho} = (\mu_0^2 - 1)\,\frac{\rho}{\rho_0}\,\frac{1}{1 + (\mu_0^2 - 1)\dfrac{\rho}{\rho_0}},$$

wo die mit dem Index o versehenen Grössen von nun an auf einen gewissen Normalzustand, der durch die Dichte ρ_0, den Barometerstand b_0, die Temperatur t_0 und den Brechungsexponenten μ_0 definirt ist. Es ist dies der Zustand, auf welchen sich die bei der Berechnung der Refractionen benützten Tafeln beziehen; für diesen ist natürlich:

$$2\alpha_0 = \frac{c\rho_0}{1 - c\rho_0} = \frac{\mu_0^2 - 1}{\mu_0^2}.$$

Hieraus folgt für α die Gleichung:

$$\alpha = \alpha_0\,\frac{\rho}{\rho_0}\,\frac{1}{1 - 2\alpha_0\left(1 - \dfrac{\rho}{\rho_0}\right)} = \alpha_0\,\frac{b}{b_0}\,\frac{1 + mt_0}{1 + mt}\,\frac{1}{1 - 2\alpha_0\left(1 - \dfrac{\rho}{\rho_0}\right)}$$

Für den logarithmischen Differentialquotienten kann man in Anbetracht der Kleinheit der Verbesserungen und der Grösse $2\alpha_0\left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right)$ schreiben:

$$\frac{\Delta\alpha}{\alpha} = \frac{\Delta\alpha_0}{\alpha_0} + \frac{\Delta b}{b} - \frac{m}{1 + mt}\,\Delta t - \frac{t - t_0}{(1 + mt)(1 + mt_0)}\,\Delta m.$$

Indem wir nun $L' = L(1 + \xi)$ als eine sehr genau bekannte Constante und daher als fehlerlos betrachten dürfen, so erhalten wir für

$$\Delta\beta = 2L'm\Delta t + 2L'(t - C)\Delta m - 2L'm\Delta C$$
$$\Delta B = L'C\Delta m + L'm\Delta C.$$

Wir schreiben nun:

$$y_1 = -\frac{\varphi_\beta}{B'}\frac{\alpha}{sin^2 z}\cdot\frac{1}{Mod};\quad y_2 = -\frac{2L'}{Mod}\frac{\varphi_\beta}{B'};\quad y_3 = -\frac{L'}{Mod}\frac{\varphi_B}{B'};$$

hierdurch wird mit Benützung der gefundenen Relationen:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta\alpha_0}{\alpha_0}(1 + y_1) + \frac{\Delta b}{b}(1 + y_1) - m\Delta t\left[\frac{1}{1 + mt} + y_1 + y_2\right]$$
$$- \Delta m\left[\frac{t - t_0}{(1 + mt)(1 + mt_0)}(1 + y_1) + (t - C)y_2 + Cy_3\right]$$
$$+ \Delta C\cdot m[y_2 - y_3].$$

Die Grössen y_1, y_2, y_3 sind abhängig von den Functionen α, φ_β, φ_B und B' und hiermit vom Luftzustande, jedoch bis zur Z. D. 85° in so geringem Maasse, dass man dieselben für mittlere Zustände ein für alle Mal berechnen kann. Ueber 85° müssen dieselben nach obigen Formeln mit Hilfe der Tabelle pag. 574 nach dem jeweiligen Luftzustande berechnet werden. Die Rechnung stellt sich, wie folgt, z. B. für den eben bezeichneten Luftzustand:

$log\, L = 7{\cdot}09807$
$log\,(1 + \xi) = 0{\cdot}00256$ nach pag. 556.
$log\,(1 + mC) = 9{\cdot}90309$
$log\, B = 7{\cdot}00372$
$log\, 2L' = 7{\cdot}40066$
$log\, m = 7{\cdot}56384$
$log\,(t - C) = 1{\cdot}80557$
$log\,\beta = 6{\cdot}77107$

$z = 87°$
$log\, sin^2 z = 9{\cdot}999$
$log\,(\alpha : sin^2 z) = 6{\cdot}448$
$log\,\gamma = log\left(\beta - \frac{\alpha}{sin^2 z}\right) = 6{\cdot}491$
$log\,\gamma f = 6{\cdot}409$
$log\, B' = log\,(B + \gamma f) = 7{\cdot}102$
$log\,\sqrt{2B'} = 8{\cdot}702$
$log\, cotang = 8{\cdot}719$
$log\, g = log\,\frac{cotang}{\sqrt{2B'}} = 0{\cdot}017$

$log\,\alpha = 6{\cdot}02225 - log(273 + t) + log\, b = 6{\cdot}44748$
$log\, f = 9{\cdot}91825$
$log\,\frac{1}{Mod} = 0{\cdot}36222$

$log\,\varphi_B = 8_n879$ (Taf. pag. 574)
$log\,\varphi_\beta = 8_n669$ „ „
$log\,(\varphi_B : B') = 1_n777$
$log\,(\varphi_\beta : B') = 1_n567$
$log\, y_1 = 8{\cdot}377$
$log\, y_2 = 9{\cdot}331$
$log\, y_3 = 9{\cdot}240$
$y_1 = 0{\cdot}0238$
$y_2 = 0{\cdot}2143$
$y_3 = 0{\cdot}1738$

Wir können unbeschadet der Genauigkeit nach Potenzen m entwickeln, und setzen wir:

$$M = m(1 + y_1 + y_2);\quad N'_{t_0} = \frac{mt_0}{1 + mt_0}(1 + y_1) + Cm(y_2 - y_3);\quad P = -Cm(y_2 - y_3),$$

so wird:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta\alpha_0}{\alpha_0}(1 + y_1) + \frac{\Delta b}{b}(1 + y_1) - \Delta t\cdot M -$$
$$- \frac{\Delta m}{m}[Mt - N'_{t_0} - 0{\cdot}000013(1 + y_1)t^2] - \frac{\Delta C}{C}\cdot P.$$

Die Grössen M, N'_{t_0} und P können bis 85° Z. D. der nebenstehenden Tafel entnommen werden, über diese Grenze müssen sie dem jeweiligen Luftzustande entsprechend nach der Tafel (pag. 574—575) berechnet werden. t_0 ist die Temperatur der Tafel, für welche die mittlere Refraction gerechnet ist (bei den BESSEL'schen und Pulkowaer Tafeln $t_0 = +9°{\cdot}31$ C., bei RADAU $t_0 = 0°$ C.). Für Z. D. $< 70°$ werden die Tafeln unbequem und habe ich für y_1, y_2 und y_3 nach Formeln berechnet, die ich mit Hilfe der auf pag. 577 entwickelten Relation gefunden habe und nicht ohne Interesse sind. Es ist:

$$y_1 = 0{\cdot}000140 + \overline{6{\cdot}14488}\, tang^2 z - \overline{3{\cdot}79286}\, tang^4 z$$
$$y_2 = \overline{7{\cdot}10098}\, tang^2 z - \overline{4{\cdot}74704}\, tang^4 z$$
$$y_3 = \overline{7{\cdot}10113}\, tang^2 z - \overline{4{\cdot}90194}\, tang^4 z.$$

Daraus ergiebt sich:

$$M = 0{\cdot}003664 + \overline{4{\cdot}71040}\, tang^2 z - \overline{2{\cdot}35665}\, tang^4 z$$
$$N_0' = P = -\overline{2{\cdot}94201}\, tang^2 z + \overline{3{\cdot}68011}\, tang^4 z \quad \text{(RADAU's Tafeln)}$$
$$N'_{9{\cdot}31} = 0{\cdot}032978 + \overline{4{\cdot}65476}\, tang^2 z + \overline{2{\cdot}29210}\, tang^4 z \quad \text{(BESSEL's oder Pulkowaer Tafeln)}$$
$$P = -\overline{2{\cdot}94201}\, tang^2 z + \overline{3{\cdot}68011}\, tang^4 z.$$

Diese Formeln geben ein gutes Bild von dem Einfluss der Z. D., und der Ausdruck für P zeigt, in welch grosser Z. D. erst eine Veränderung in der Temperaturabnahme $\frac{\Delta C}{C}$ wirksam wird.

z	$log(1+y_1)$		M	$N'_{9{\cdot}31}$	$N_0'=P$
0°	0·00004	5	0·00366	0·0330	0·0000
30	0·00009	15	0 00367	0·0330	0·0000
60	0·00024	2	0·00368	0·0330	0·0000
61	0·00026	2	0·00368	0 0330	0·0000
62	0·00028	1	0·00368	0·0330	0·0000
63	0·00029	2	0·00368	0·0330	0·0000
64	0·00031	2	0·00369	0·0330	0·0000
65	0·00033	3	0·00369	0·0330	0·0000
66	0·00036	3	0·00369	0·0330	0·0000
67	0·00039	4	0·00369	0·0330	0·0000
68	0·00043	4	0·00370	0·0330	0·0000
69	0·00047	3	0·00370	0·0330	0·0000
70	0·00050	5	0·00370	0·0330	0·0000
71	0·00055	6	0·00370	0 0330	0·0000
72	0·00061	6	0·00371	0·0330	0·0000
73	0·00067	8	0·00371	0·0330	0·0600
74	0·00075	11	0·00372	0·0331	0·0001
75	0·00086	11	0·00373	0·0331	0·0001
76	0·00097	14	0·00375	0·0332	0·0001
77	0·00111	17	0·00375	0·0332	0·0001
78	0·00128	21	0·00376	0·0332	0·0001
79	0·00149	29	0·00378	0·0333	0·0002
80	0·00178		0·00381	0·0334	0·0003

z	$log(1+y_1)$		M	$N'_{9{\cdot}31}$	$N_0'=P$
80° 0′	0·00178	11	0·00381	0·0334	0·0003
20	0·00189	12	0·00382	0·0335	0·0004
40	0·00201	12	0·00383	0·0335	0·0004
81 0	0·00213	15	0·00384	0·0336	0·0005
20	0·00228	16	0·00385	0·0337	0·0006
40	0·00244	16	0·00386	0·0338	0·0006
82 0	0·00260	21	0·00388	0·0339	0·0007
20	0·00281	19	0·00389	0·0340	0·0008
40	0·00300	24	0·00391	0·0341	0·0009
83 0	0·00324	27	0·00393	0·0343	0·0011
20	0·00351	29	0·00395	0·0344	0·0012
40	0·00380	32	0·00398	0·0347	0·0014
84 0	0·00412	18	0·00401	0·0349	0·0016
10	0·00430	20	0·00402	0·0351	0·0018
20	0·00450	21	0·00404	0·0352	0·0019
30	0·00471	21	0·00406	0·0354	0·0021
40	0·00492	22	0 00407	0·0356	0·0023
50	0·00514	24	0·00409	0·0359	0·0025
85 0	0·00538		0·00411	0·0360	0·0026
86 0	0·00730		0·00428	0·0381	0·0046
87 0	0·01022		0·00453	0·0419	0·0081
88 0	0·01497		0·00494	0·0493	0·0152
89 0	0·02318		0·00567	0·0652	0·0304
90 0	0·03807		0·00702	0·1015	0·0655

Aus den numerischen Werthen erkennt man, dass die Coëfficienten von $\frac{\Delta\alpha_0}{\alpha_0}$, $\frac{\Delta b}{b}$ und $m\Delta t$ so nahe gleich sind und auch der von $t\Delta m$, wenn bei nicht allzu verschiedenen Temperaturen beobachtet wurde, dass sich die Fehler der Refractionsconstante $\Delta\alpha_0$ mit den Fehlern der Barometerlesung Δb, der Temperaturbestimmung Δt und unter eben bemerktem Vorbehalt auch des Ausdehnungscoëfficienten Δm vermischen. Dies giebt einen Anhaltspunkt für die Genauigkeitsgrenzen der Fehlerbestimmungen. Es ist wohl eine mässige Forderung, dass die Deklinationsbestimmungen bis 45° Z. D. durch die Refraction um nicht mehr als 0''·01 systematisch beeinflusst werden dürfen, weil dies systematische Fehler von 0''·03 bei 70°, von 0''·05 bei 80°, von 0''·07 bei 82° Z. D. zur Folge hätte. In dieser Z. D. beträgt die mittlere Refraction 57''·7. Es müssen demnach, da die Refractionsconstante bezogen auf mittlere Luftzustände 57''·7 beträgt, folgende Ungleichungen erfüllt sein:

$$\frac{\Delta\alpha_0}{\alpha_0} < 0{\cdot}000173 \text{ und } \Delta\alpha_0 < 0''{\cdot}01$$
$$\Delta b < 0{\cdot}13\,mm$$
$$\Delta t < 0^\circ{\cdot}05 \text{ C.}$$
$$t \cdot \Delta m < 0{\cdot}00017.$$

Das Barometer und Thermometer müssen daher genau geprüft, unter steter Controlle gehalten und sorgfältig abgelesen werden. Während die Bedingung für die richtige Luftdruckmessung[1]) leicht zu erfüllen ist, stösst die Ermittelung der wahren Lufttemperatur mit einer Sicherheit von 0°·05 C. auf grosse Schwierigkeiten, sobald in einem Saale beobachtet wird; wir haben ja im Capitel Saalrefraction gesehen, dass z. B. innerhalb desselben Saales systematische Unterschiede bis 0°·2 C. auftreten und die Pulkowabeobachtungen auf einen Temperaturfehler von über 0°·5 C. hinweisen. Man kann demnach sagen, dass bis heute die Temperaturbestimmung so mangelhaft ist, dass die obigen Bedingungen noch lange nicht erfüllt sind.

Es handelt sich nun aus den Beobachtungen direct den Fehler in den Refractionen ΔR zu erschliessen. Hierzu bedarf man der Kenntniss der wahren Zenithdistanzen, zu letzteren aber wieder die der Polhöhe und der Deklinationen. Diese Grössen sind aber in der Regel verbesserungsbedürftig; hierzu kommt noch, dass wir die Fehler der Deklinationen nicht als zufällige — dies thut Fuss in seiner Abhandlung über Strahlenbrechung —, sondern als systematische und zwar gerade durch die Refraction beeinflusste ansehen müssen, da ja umgekehrt die Deklinationen auf Grund einer eventuell unrichtigen Refractionsconstante gewonnen wurden. Man ist daher gezwungen, sich von den Fehlern der Polhöhe und der Deklinationen zu befreien. Die Methode der Beobachtungen von Zenithdistanzen eines Sternes in oberer und unterer Culmination (O. C. u. U. C.) leistet dies.

Beobachten wir die scheinbaren Z. D. bei oberer und unterer Culmination, geben die mit Hilfe einer Tafel berechneten Refractionen R dazu, reduciren dann die Orte auf den Jahresanfang, so erhalten wir die für den Jahresanfang

[1]) Es müssen alle nöthigen Correctionen an den Barometerstand angebracht werden, was ja mit den meteorologischen Tafeln ohne weiteres leicht durchzuführen ist, ferner kommt hier die auf pag. 554 erwähnte astronomische Correction wegen der Feuchtigkeit hinzu, doch ist darauf zu achten, ob die vorliegenden Refractionstafeln in irgend einer Weise die meteorologischen Correctionen bereits einschliessen.

giltigen wahren Z. D. z. Legen wir eine mittlere Polhöhe φ zu Grunde und bezeichnen die Reduction dieser auf die Momentanpolhöhe mit Δ, so findet man die mittleren Deklinationen aus den Gleichungen

$$\text{für die O. C.}\quad \delta_0 = (\varphi + \Delta_0) \pm z_0 \pm R_0 \left\{ \begin{array}{l} * \text{ nördlich} \\ * \text{ südlich} \end{array} \right.$$

$$\text{„ „ U. C.}\quad \delta_u = 180° - (\varphi + \Delta_u) - z_u - R_u .$$

Die Subtraction beider Gleichungen ergiebt:

$$\delta_0 - \delta_u = 2\varphi - 180° + (\Delta_o + \Delta_u) \pm z_o + z_u \pm R_o + R_u .$$

Wären alle Grössen fehlerlos in die Rechnungen eingeführt, so müsste die Differenz Null sein. Setzen wir jedoch voraus, dass die bei der Reduction auf den Jahresanfang verwendeten Constanten fehlerlos, die Kreisablesungen und Zenithpunktbestimmungen nicht systematisch beeinflusst sind, ferner dass die Reductionen auf die Momentanpolhöhe bekannt sind, die man von nun an aus den jährlich seit 1889 von ALBRECHT in den Astr. Nachr. publicirten »Curven der Bahn des Nordpols« direct für jede geogr. Länge graphisch ablesen kann, dass hingegen die mittlere Polhöhe und die Refractionen mit den Fehlern $\Delta\varphi$ und ΔR behaftet sind, so wird nun strenge

$$0 = 2(\varphi + \Delta\varphi) - 180° + (\Delta_o + \Delta_u) + z_u \pm z_o + R_u + \Delta R_u \pm R_o \pm \Delta R_o$$

sein, woraus in Verbindung mit der eben aufgestellten Gleichung folgt:

$$\delta_o - \delta_u = -2\Delta\varphi - \Delta R_u \mp \Delta R_o .$$

Diese Gleichung gestattet also thatsächlich die Correctionen der Refraction frei von den Fehlern der Deklinationen und der Polhöhe zu bestimmen, sobald wir diese Correctionen als Functionen der Parameterverbesserungen dargestellt und unsere Beobachtungen eine genügend grosse Anzahl von Sternen in verschiedenen Z. D. umfasst haben.

Diese Darstellung hat nach der früheren Gleichung (pag. 593) keine Schwierigkeit. Wir brauchen nur die entsprechenden Coëfficienten für die O. und U. C. einzusetzen und erhalten ΔR_o und ΔR_u als Functionen der vier Unbekannten $\Delta\alpha_0$, Δt, Δm und ΔC, da die fünfte Δb, der Barometerfehler, wohl stets gleich Null angenommen werden kann.

Die Gleichungen leiden aber an dem schon oben bemerkten Mangel, dass der Temperaturfehler sich mit dem Fehler der Refractionsconstante fast völlig vermischt. Es giebt hier kein anderes Mittel, als eine Hypothese zu machen. GYLDÉN setzt:

$$\Delta t = p \cdot (t - t_m),$$

wo t_m das Temperaturmittel des Tages ist, und p eine Constante und findet $p = 0{\cdot}261 \pm 0{\cdot}0412$ (w. F.). Es dürfte sich jedoch mehr empfehlen

$$\Delta t = u \cdot \tau$$

zu setzen, wo τ den Unterschied zwischen innerer und äusserer Temperatur bezeichnet, wie dies ja ähnlich auch NYRÉN zur Elimination der Saalrefraction gethan hat. τ ist natürlich im allgemeinen bei verschiedenen Beobachtungen verschieden. Aus practischen Gründen führt man nun folgende Unbekannten ein:

$$x = -2\Delta\varphi$$

$$y = -100\,\frac{\Delta\alpha_0}{\alpha_0}$$

$$u = u$$

$$v = 100\,\frac{\Delta m}{m}$$

$$w = \frac{\Delta C}{C} .$$

Die Bedingungsgleichungen erhalten dann die Form:

$$\left.\begin{array}{l} * \text{ nördlich} \\ * \text{ südlich} \end{array}\right| \delta_o - \delta_u = x + y\,\frac{R_u(1+y_1)_u \pm R_o(1+y_1)_o}{100} + u\,\frac{\tau_u R_u M_u \pm \tau_o R_o M_o}{100} + v\,\frac{R_u N_u \pm R_o N_o}{100} + w\,\frac{R_u P_u \pm R_o P_o}{100}.$$

Die Grössen M und P können der Tafel auf pag. 594 direkt entnommen werden und ebenso die N', welche dann für die Berechnung der:

$$N = Mt - N' - 0{\cdot}000013(1+y_1)t^2$$

gebraucht werden. Ueber 85° Z. D. müssten die Coëfficienten nach den Formeln auf pag. 574 dem jeweiligen Luftzustande entsprechend gerechnet werden.

Für t_0 ist die den Tafeln zu Grunde liegende Normaltemperatur zu nehmen (bei BESSEL und GYLDÉN (Pulkowa Tafeln): $+9°{\cdot}31$ C., bei RADAU 0° C.), für t die beobachtete Temperatur.

Was nun das Gewicht der Bedingungsgleichungen betrifft, so schlägt man folgendes Verfahren ein. Man bestimmt aus den Abweichungen der einzelnen Beobachtungen vom Mittel den mittleren Fehler für jeden Stern und falls nicht genügend viele Beobachtungen vorliegen, für passend gewählte nach der Z. D. geordnete Sterngruppen; dieser mittlere Fehler wird annähernd den wahren mittleren Fehler einer Beobachtung darstellen. Heisst er für die O. C. ε_o, für die U. C. ε_u, so ist jede Bedingungsgleichung mit dem Factor $\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_o^2 + \varepsilon_u^2}}$ zu multipliciren. Es könnte scheinen, dass die angeschriebenen Coëfficienten nur für die OPPOLZER'sche Theorie, für welche derzeit noch keine Tafeln existiren, giltig sind, man kann dieselben aber bis 85° Z. D. auf jede andere analytisch richtige Tafel anwenden, über 85—90° Z. D. auch auf die RADAU'schen, da sehr nahe $f = -0{\cdot}00367$ C. ist.

Da sich die beiden Variablen v und y, wenn nicht allzu verschiedene Temperaturen vorliegen, theilweise vermischen können, so wird es erwünscht sein, diese Variablen unabhängig von einander zu bestimmen. Der Ausdehnungscoëfficient wird auf diese Weise unabhängig von dem Fehler der Refractionsconstante erhalten.

Beobachtet man die Z. D. desselben Sternes in derselben Culmination bei zwei verschiedenen Temperaturen, giebt zu der beobachteten Z. D. die zugehörigen Refractionen und Reductionen auf die mittlere Polhöhe und auf den Jahresanfang hinzu, so müssen die für den Jahresanfang bei der Temperatur t und t' erhaltenen Z. D. z und z' übereinstimmen, falls die Unbekannten u und v von Null verschieden sind; denn ein Fehler der mittleren Polhöhe, der Refractionsconstante oder des Parameters des Temperaturabnahmegesetzes (ΔC) hebt sich bei der Bildung der Differenz $z - z'$ weg. Es wird ja sein:

$$z - z' = u\,\frac{\tau MR - \tau' M'R'}{100} + v\,\frac{NR - N'R'}{100}.$$

Man kann sich hier erlauben, für R und R' das Mittel der Refraction R_m und für $M = M'$ zu setzen, womit wird:

$$z - z' = u \cdot \frac{R_m}{100}(\tau - \tau')M + v\,\frac{R_m}{100}\{M(t-t') - 0{\cdot}000013(t^2 - t'^2)(1+y_1)\}.$$

Gewöhnlich wird von einem Temperaturfehler abgesehen, dann wird $u=0$, und

$$z - z' = v\,\frac{R_m}{100}\{M(t-t') - 0{\cdot}000013(t^2 - t'^2)(1+y_1)\},$$

bei Beobachtungen im Freien dürfte man daher ohne weiteres diese Bedingungsgleichungen annehmen. Es wird auch empfehlenswerth sein, für z und z' nicht bloss zwei Beobachtungen, sondern für $z - z'$ die Abweichungen des Mittels aus allen Beobachtungen von den einzelnen Beobachtungen zu nehmen und dementsprechend natürlich für die t und τ auch die Mittelwerthe. In neueren Abhandlungen findet man für M einfach m gesetzt, was nicht gestattet ist, M wächst stark mit der Z. D. und man erhält dann zu grosse Werthe des Ausdehnungscoëfficienten[1]). Nach der BESSEL'schen Theorie vertritt der ebenfalls mit der Z. D. variirende Factor λ die hier auftretende Grösse M:273, während $1 + y_1$ das BESSEL'sche A vertritt. So ergiebt jeder Stern (ev. Sterngruppe) einen Werth für u und v und man wird das Gewicht dieser Unbekannten strenge erhalten können. Auf Grund dieses Gewichtes können nun alle Werthe u und v, die die verschiedenen Sterne ergeben, zu einem besten Werthe vereinigt werden. Sollte sich aber ein Gang mit der Z. D. für u ergeben, so wird man die daraus entspringenden Correctionen an jede Z. D. anbringen müssen.

Auf astronomischem Wege wurden folgende Ausdehnungscoëfficienten gefunden, allerdings ohne strenge Berücksichtigung der Feuchtigkeit:

BESSEL	0·003644
GYLDÉN	0·003689 ± 0·000013 w. F.
CHANDLER	0·003650.

Obwohl die wahrscheinlichen Fehler eine für astronomische Zwecke genügende Genauigkeit verbürgen, weisen die Werthe untereinander doch auf systematische Fehlerquellen. So hat GYLDÉN, wenn er die Ausdehnungscoëfficienten aus den Beobachtungen in den Rectascensionen von $0^h - 12^h$ und $12^h - 24^h$ getrennt bestimmt,

für $0^h - 12^h$ 0·003630 ± 0·000012
$12^h - 24^h$ 0·003769 ± 0·000018

erhalten, sodass ein Unterschied von 0·000139 ± 0·000022 besteht und, dass auch aus den BESSEL'schen Beobachtungen ein solcher von 0·000257 ± 0·000046 zwischen denselben beiden Gruppen zu Tage tritt. Die Ursache dürfte in Ausserachtlassung der Unbekannten u liegen oder mit anderen Worten darin, dass der Temperaturfehler eine tägliche Periode besitzt, was ja nach Seite (586 wahrscheinlich ist. Auch ist es rathsam, bei der Untersuchung über den Ausdehnungscoëfficienten Sterne, deren Z. D. 82° viel überschreiten, auszuschliessen, um den dann auftretenden störenden Einflüssen auszuweichen. Jedenfalls zeigen die astronomischen Beobachtungen eine sehr gute Uebereinstimmung mit dem physikalisch gefundenen Werthe des Ausdehnungscoëfficienten. Es ist bei den Gleichungen bereits vorausgesetzt, dass die Feuchtigkeitsänderungen durch eine Correction des Barometerstandes und der Grösse L' eliminirt sind und sich die Resultate dann auf die mittlere Feuchtigkeit unserer Breiten 6 *mm* Dunstdruck beziehen. Dies ist mit den RADAU'schen Tafeln ohne weiteres leicht durchzuführen.

Man wird nun, nachdem die Unbekannten u und v gefunden sind, mit grösserer Sicherheit an die Bestimmung der Refractionsconstante gehen; da es hier ebenfalls angezeigt ist 82° Z. D. nicht mehr zu überschreiten, so ist man auch, wie die angeführten numerischen Werthe zeigen, von der Unbekannten v unabhängig, und die Bedingungsgleichungen erhalten nun die einfache Form:

$$\delta_0 - \delta_n = x + y\,\frac{R_n(1 + y_1)_n \pm R_0(1 + y_1)_0}{100}.$$

[1]) Aus diesem Grunde wurden weiter unten die neuen von BAUSCHINGER und NYRÉN erhaltenen Werthe 0·003780 und 0·003770 und die daraus gezogenen Folgerungen übergangen.

Die genäherten Gewichte resultiren wieder aus den mittleren Fehlern ε, die aus den Abweichungen der einzelnen Beobachtungen vom Mittel abgeleitet werden können. Sind ε_o und ε_u die für die O. und U. C. gefundenen mittleren Fehler, so hat man die Bedingungsgleichungen mit $\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_o^2 + \varepsilon_u^2}}$ zu multipliciren. Was die Genauigkeit betrifft, so ergeben die neuesten Arbeiten, die auf umfangreichem Beobachtungsmaterial basiren, für die wahrscheinlichen Fehler von $\Delta\varphi = -\frac{x}{2}$ und für den von $\Delta\alpha_0 = -\frac{\alpha_0}{100}y$ einige Einheiten von Hundertstel Bogensecunden. Die erreichten Genauigkeiten entsprechen also noch nicht den mässigen Anforderungen auf pag. 595. Es wurden folgende nach BAUSCHINGER auch bezüglich der Theorie streng vergleichbare Refractionsconstanten, die sich auf 760 *mm* 0° C. und 6 *mm* Dampfdruck beziehen, erhalten:

	α	μ	Temperaturfehler
1. Fund. Astr.	60''·320	1·00029257	+ 1°·2 C.
2. Tab. Reg.	60''·440	29315	+ 1 ·7
3. Tab. Pulc.	60''·268	29232	+ 0 ·9
4. Greenwich 1857—1865	60''·120	29160	+ 0 ·3
5. Pulc. 1865	60''·209	29203	+ 0 ·7
6. Greenw. 1877—1886 .	60 ·192	29195	+ 0 ·6
7. Pulc. 1885	60 ·058	29130	0 ·0
8. München 1899 . . .	60 ·104	29152	

Bei 7. und 8. wurden Hypothesen über die Saalrefraction eingeführt, aber der Factor $(1 + y_1)$ weggelassen. Stellt die Constante 7 die wahre für Beobachtungen im Freien giltige Constante dar, so würden die nebenstehenden Temperaturcorrectionen folgen, die natürlich nur ein ganz ungefähres Bild von den wahren Temperaturfehlern geben dürften. Nach obigen Auseinandersetzungen dürften die starken Differenzen ja thatsächlich auf mangelhafte Kenntniss der wahren Lufttemperatur zurückzuführen sein. Es wird von hohem Interesse sein, die von BAUSCHINGER auf Grund verschiedener Discussion erhaltenen Constanten für den Münchener Meridiansaal hier anzuführen.

1) Aus allen Z. D. 40° — 89° und äusserer Temperatur:

$$x = -0''\!\cdot\!797; \quad y = +0\cdot510$$
$$\Delta\varphi = +0''\!\cdot\!40; \quad \Delta\alpha_0 = -0''\!\cdot\!31 \quad \alpha_0 = 60''\!\cdot\!13.$$

2) Aus den Z. D. 40°—76° und äusserer Temperatur:

$$x = -0''\!\cdot\!047; \quad y = -0\cdot028$$
$$\Delta\varphi = +0''\!\cdot\!02; \quad \Delta\alpha_0 = +0''\!\cdot\!02 \quad \alpha_0 = 60''\!\cdot\!46.$$

3) Aus den Z. D. 76°—89° und äusserer Temperatur:

$$x = -0''\!\cdot\!575; \quad y = +0\cdot483$$
$$\Delta\varphi = +0''\!\cdot\!29; \quad \Delta\alpha_0 = -0''\!\cdot\!29 \quad \alpha_0 = 60''\!\cdot\!15.$$

4) Aus allen Z. D. 40°—89° und innerer Temperatur:

$$x = -0''\!\cdot\!449; \quad y = -0\cdot194$$
$$\Delta\varphi = +0''\!\cdot\!22; \quad \Delta\alpha_0 = +0''\!\cdot\!12 \quad \alpha_0 = 60''\!\cdot\!56.$$

5) Aus allen Z. D. 40°—89° und zwar von 40°—60° mit innerer Temperatur, von 60°—89° mit äusserer Temperatur:

$$x = -1''\!\cdot\!018; \quad y = +0\cdot553$$
$$\Delta\varphi = +0''\!\cdot\!51; \quad \Delta\alpha_0 = -0''\!\cdot\!33 \quad \alpha_0 = 60''\!\cdot\!11.$$

6) Aus den Z. D. 40°—76° und zwar von 40°—60° mit innerer Temperatur von 60°—76° mit äusserer Temperatur:

$$x = -0''\cdot912; \qquad y = +0\cdot445$$
$$\Delta\varphi = +0''\cdot46; \quad \Delta\alpha_0 = -0''\cdot27 \quad \alpha_0 = 60''\cdot17.$$

Aus 2) ersieht man, dass, solange man äussere Temperaturen benützt und die Z. D. von 76° nicht überschreitet, sowohl die Polhöhe als auch die Refractionsconstante von BESSEL 60''·44 beibehalten werden kann. 1) ist aber mit 2) nicht zu vereinen. Hingegen ist 5) und 6) leicht vereinbar, was für die Richtigkeit der Temperaturwahl sprechen würde. Da aber 4) den übrig bleibenden Fehlern nach ebenso gut stimmt und, wie man sich überzeugen kann, mit einer Auflösung der Gleichungen auf Grund der inneren Temperaturen, wenn man wieder bloss Z. D. von 40°—76° heranzieht, vereinbar ist, so ist aus der Beobachtungsreihe nicht zu erschliessen, ob für α_0 der Werth 60''·13 oder 60''·56, d. h. ob bloss äussere oder bloss innere Temperatur zu nehmen ist.

Nichts kann wohl deutlicher sprechen als dieses Resultat, in wie hohem Grade die Bestimmung der Refractionsconstante vom Aufstellungsort des Thermometers abhängt. Allerdings ist zu diesen Resultaten hinzuzufügen, dass der Factor von $R_n : 1 + y_1$ unberücksichtigt geblieben ist, sodass bei dessen Mitnahme die Resultate nicht unwesentlich modificirt werden dürften. Es fragt sich: welche Refractionsconstante ist in Hinkunft zu verwenden? Die physikalischen Bestimmungen können hier keinen Anhaltspunkt geben, weil das sichtbare Spectrum einen zu grossen Spielraum bietet, ausser man wollte die Stelle der Maximalintensität des Sonnenlichtes $\mu_0 = 1\cdot0002921$, $\alpha_0 = 60''\cdot24$ als für Einstellungen auf Fixsterne als maassgebend erachten. Jedenfalls kann man sagen, dass, so lange die äusseren Temperaturen zu Grunde gelegt werden und 80° Z. D. nicht überschritten wird, die BESSEL'sche oder Pulkowaer Constante vorläufig aus practischen Gründen ganz gut beibehalten werden kann und es fehlerhaft wäre, mit den neueren Werthen zu rechnen, welche sich von der Saalrefraction zu befreien gesucht haben. Diejenigen Observatorien, welche eine Refractionsconstante auf Grund der äusseren Temperaturen erhalten haben, thun bei Benützung der äusseren Temperatuten am besten, mit derselben weiter zu rechnen, weil dann der in den Messungen steckende locale Fehler hierdurch eliminirt wird.

Die hier erörterte Methode zur Bestimmung der Refractionsconstante leidet an beträchtlichen Mängeln und es ist die Frage, ob sie überhaupt die gewünschte Genauigkeit liefern wird. Es sind deshalb Vorschläge zu beachten, welche frei von den Mängeln sind. Ein solcher Vorschlag rührt von LÖWY[1]) her und beruht darauf, dass durch zwei Spiegel die Bilder zweier Sterne in möglichst verschiedenen Z. D. in das Fernrohr geworfen werden und der Abstand der Bilder im Laufe der Nacht mikrometrisch ausgemessen wird. Hierdurch erhält man den Einfluss der Refraction rein, von der Polhöhe und den Positionen der Sterne unabhängig. Eine Schwierigkeit bildet die Justirung und besonders die Messung des Abstandes. Werthvollere Resultate sind bis jetzt hiermit noch nicht erzielt worden.

Vielleicht gelingt es, durch ein vor dem Objectiv angebrachtes Prisma mit Glaswänden, aus dem die Luft ausgepumpt werden kann, den Brechungsexponenten der Luft direct zu messen, welcher ja bis zu 70° Z. D. allein maassgebend für die Refraction ist. Es erscheint mir nicht unwahrscheinlich, dass hiermit die erforderliche Genauigkeit erreicht werden könnte.

---

[1]) LÖWY, Nouvelle méthode pour la determ. des elements de la refraction C. R. Bd. C. pag. 18; siehe auch GILL's Verbesserungsvorschlag daselbst CII.

Die richtige Kenntniss der Refractionsconstante ist für die Astronomie von der höchsten Bedeutung. Die vorhandenen Deklinationssysteme werden in hohem Maasse durch sie beeinflusst. Es geben die Resultate, zu denen BAUSCHINGER auf Grund des ursprünglichen Münchener Systems $M (\alpha = 60''\cdot440)$ und des »definitiven« $M' (\alpha = 60''\cdot104)$ gelangt ist, folgende systematische Unterschiede gegen den Fundamentalcatalog (Berl. Jahrb. 1892) F. C.:

Grenzen der Dekl.	M — *F. C.*	M' — *F. C.*
+ 88° 43′ + 81° 48′	— 0″·19	— 0″·11
+ 78 7 + 70 59	+ 0 ·31	+ 0 ·56
+ 69 59 + 62 37	+ 0 ·22	+ 0 ·40
+ 62 7 + 58 51	— 0 ·20	+ 0 ·15
+ 58 33 + 55 26	+ 0 ·07	+ 0 ·54
+ 54 17 + 50 8	— 0 ·09	+ 0 ·47
+ 49 58 + 48 22	— 0 ·02	+ 0 ·49
+ 48 4 + 45 5	+ 0 ·17	+ 0 ·69
+ 44 56 + 41 34	+ 0 ·19	+ 0 ·73
+ 27 4 + 10 16	— 0 ·34	+ 0 ·58
+ 9 22 + 2 41	— 0 ·23	+ 0 ·85
— 0 3 — 15 34	— 0 ·15	+ 1 ·15
— 24 53 — 30 25	— 0 ·11	+ 1 ·64

Diese Differenzen sprechen wohl beredt, welche Bedeutung dieser Frage innewohnt. Man darf übrigens aus dem Unterschiede der verwendeten Refractionsconstanten nicht auf die Unterschiede der Deklinationssysteme schliessen, weil eben die Refractionsconstante, in Folge der Saalrefraction, einen localen Character besitzt, wodurch an und für sich zwei Deklinationssysteme mit verschiedenen Refractionsconstanten übereinstimmen können, wie dies z. B. das Pulkowaer und das Greenwicher System thun, deren Constanten einen Unterschied von 0″·17 aufweisen.

Die Refraction ist bei ben heutigen Deklinationsbeobachtungen die stärkste Quelle systematischer Fehler, ja sie dürfte auch die Deklinationen in systematischer Weise nach der Rectascension beeinflussen, so lange bloss die äusseren Temperaturen benützt werden und die Deklinationen aus dem Mittel aus den Beobachtungen in beiden Culminationen abgeleitet werden, weil dann, wie schon auf pag. 587 hingewiesen wurde, die Beobachtungen, je nach der Rectascension, zu Zeiten fallen, wo die Saaltemperatur gegen die äussere Lufttemperatur verschiedene Unterschiede aufweist. — So haben ja die nach der Methode HORREBOW-TALCOTT angestellten Beobachtungen einen von der Rectascension abhängigen Fehler des Deklinationssystems des F. C. ergeben mit einer jährlichen Amplitude von 0″·30[1]). Allerdings ziehen diese Beobachtungen nur zenithnahe Sterne heran, die von der Refraction nur gering beeinflusst werden, man darf aber nicht vergessen, dass die Deklinationen des F. C. von der Deklination + 50° bis zum Pole aus dem Mittel der beiden Culminationen abgeleitet sind, wodurch gerade im Zenith $\delta = 50°$ der Refractionsfehler am stärksten eingeht. Es ist wahrscheinlich, dass nur Beobachtungen im Freien solche starke systematische Fehler unserer Systeme zum Verschwinden bringen werden. E. v. OPPOLZER.

---

[1]) BATTERMANN, Resultate aus den Polhöhenbetimmungen in Berlin. Centralbur. d. intern. Erdm. 1899.

Theilfehler und ihre Bestimmung. Die Bestimmung der Theilfehler des den astronomischen Beobachtungen dienenden Kreises ist stets eine der umständlichsten und zeitraubendsten Aufgaben gewesen, denen sich aber der Astronom nicht entziehen kann, wenn es auf die Erlangung genauer Messungen ankommt. Selbst bei der jetzigen Vollkommenheit der Theilungen wird man sich nicht darauf verlassen dürfen, die Fehler als null oder gegenüber den sonstigen zufälligen Beobachtungsfehlern als verschwindend anzunehmen, solange nicht die gründliche Untersuchung eine solche Annahme rechtfertigt. Von Wichtigkeit für die Bestimmung der Theilfehler ist die Kenntniss der Art der Auftragung der Theilstriche durch den Künstler, was schon W. Struve gelegentlich seiner Untersuchung der Theilung eines Repsold'schen Passageninstruments betonte, indem sich hierbei ein unerklärlicher Sprung von 2''·41 zwischen dem Schluss- und Anfangsstrich zeigte.

Man unterscheidet systematische oder periodische und zufällige Fehler. Die ersteren sind diejenigen, welche einem Gesetz folgen und sich daher in einfachen Formeln, oft durch wenige Glieder einer periodischen Reihe darstellen lassen, deren Verhalten aber wesentlich von der Art des Theilungsvorganges abhängt; die letzteren sind zufällige Abweichungen, von denen man nach Art der Beobachtungsfehler annehmen kann, dass sie sich bei Benützung einer grossen Anzahl Striche aufheben. Darauf beruht auch der Struve'sche Vorschlag zur Verminderung des Einflusses der Theilfehler die Instrumente so einzurichten, dass sich der Kreis unabhängig drehen lässt. Struve beschreibt in der »Breitengradmessung in den Ostseeprovinzen«, dass er denselben Winkel an 6 verschiedenen Stellen des Kreises mass, indem er den Kreis jeweils um 15° drehte; da er dabei zugleich 4 Nonien ablas, so wurde der Winkel also durch 24 verschiedene Grössen des Kreises gemessen, und in das Resultat müssten die Theilfehler jedenfalls sehr verringert eingehen. Stellt man die Theilfehler durch eine periodische Reihe der Form

$$\varphi(z) = u' \sin(z + U') + u'' \sin(2z + U'') + u''' \sin(3z + U''') + \dots$$

dar, wo u', U', u'', U'' .... zu bestimmende Constanten sind und z die Ablesung, $\varphi(z)$ der Theilfehler ist, so heben sich bei n Mikroskopen alle Glieder bis zum n fachen Winkel auf und man wird daher schon durch Vermehrung der Mikroskope einen grossen Theil derselben eliminiren. Bei regelmässig laufenden Theilfehlern wird man auch in der Lage sein, sie durch einfache Formeln darzustellen und man hat damit zugleich ein Kriterium für die Genauigkeit der Theilung wie die Grösse der zufälligen Fehler. Bessel und Struve leiteten schon in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts auf Grund der von ihnen ausgeführten Untersuchungen solche Formeln ab, nach denen man dann auch für die zwischenliegenden Striche die Fehler interpolirt. Ist aber durch die Art der Theilung die Beziehung zwischen Theilbogen unterbrochen, so wird durch eine derartige auf Hauptstrichen beruhende Formel wie auch durch eine etwaige Drehung des Kreises keineswegs immer eine Verminderung erreicht. Ein Beispiel liefert hierfür der Vergleich zwischen einem Ertel-schen und einem Pistor-Martins'schen Kreis. Würde man einen Bogen von 25° bei beiden Kreisen, ausgehend von den Strichen 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150° gemessen haben, so würde der Einfluss der Theilfehler folgender sein:

	beim ERTEL'schen Kreis	beim PISTOR-MARTINS'schen Kreis
ausgehend von 0°	− 0″·40	− 0″·97
30	+ 0 ·96	− 0 ·78
60	+ 0 ·23	+ 0 ·03
90	− 0 ·25	− 0 ·72
120	− 0 ·84	− 1 ·81
150	+ 1 ·07	− 1 ·71
Mittel	+ 0 ·13	− 0″·99.

So günstig also wie hier der ERTEL'sche Kreis haben sich die Kreise für die Hauptstriche vielfach gezeigt. Beim PISTOR-MARTINS'schen Kreis sieht man dagegen, dass eine Aufhebung des Einflusses durch Vermehrung der Einstellungen an Strichen, die in gleichen Abständen von einander liegen, nicht erreicht wird, dass also in solchen Fällen eine ganz eingehende Untersuchung nöthig wird.

Die Untersuchung der Theilfehler geschieht nun in der Weise, dass man die bekannte Grösse eines Bogens mit dem zwischen zwei Strichen enthaltenen Bögen auf dem Kreise vergleicht. Nehmen wir an, dass zwei Mikroskope auf die Endstriche eines Bogens eingestellt seien, und dass wir den genauen Abstand der beiden Mikroskope kennen, so gelangen wir dadurch zur Kenntniss der wahren Grösse des Bogens und damit auch, falls ein Unterschied zwischen der wahren und der durch die Striche angegebenen besteht, zur Ermittelung des Fehlers. Auf die Ausmessung dieses ersten Bogens würde dann die des angrenzenden zweiten, dritten, vierten u. s. w. folgen, bis man den ganzen Kreis durchlaufen hat. Den Abstand der Mikroskope kann man durch Kreisablesungen unabhängig von den Fehlern seiner Theilung bestimmen, wenn derselbe ein aliquoter Theil des Kreises selbst ist. Es sei z. B. der zwischen den beiden Mikroskopen enthaltene Bogen nahe $= \frac{2\pi}{n}$, so wird man bei Einstellung des Mikroskops I auf 0° bei Mikroskop II $\frac{2\pi}{n} + a$ ablesen; dann stellt man I auf $\frac{2\pi}{n}$ und liest bei II $2\frac{2\pi}{n} + b$ ab, dann I auf $2\frac{2\pi}{n}$ gestellt führt bei II zur Ablesung $3\frac{2\pi}{n} + c$ u. s. w., bis man schliesslich I auf $(n-1)\frac{2\pi}{n}$ stellt und dabei unter II wieder auf $0 = n\frac{2\pi}{n}$ zurückkommt, wobei man aber eine Grösse p abliest. Die Grössen $a, b, c \ldots p$ enthalten nun 1) die Abweichung des Abstandes der Mikroskope von $\frac{2\pi}{n}$, welche aber, wenn sich die Mikroskope inzwischen nicht gegen einander versetzten, constant $= A$ ist, und 2) die Theilfehler der den gemessenen Bogen einschliessenden Striche, die wir mit $x_a, x_b, x_c \ldots x_p$ bezeichnen wollen. Die Summe dieser letzteren Grössen muss aber 0 sein, da die Summe der Bögen gleich dem ganzen Umfang des Kreises sein muss. Nennen wir daher $S = a + b + c + \ldots + p$, so haben wir auch

$$S = nA + x_a + x_b + x_c + \ldots + x_p = nA$$

und für den Abstand der Mikroskope $\frac{2\pi}{n} + \frac{S}{n}$. Kennt man diesen, so ergiebt sich dann ohne Weiteres auch der Theilfehler x_a, x_b u. s. w.

Nach diesem Princip scheint daher die Bestimmung der Theilfehler durch Mikroskopeinstellungen äusserst einfach zu sein. Sie ist aber, wie gesagt, in dieser Weise nur durchführbar für Bögen, die aliquote Theile des Kreises sind,

weil man sonst ja nicht bei der Bestimmung des Abstandes der Mikroskope auf denselben Ausgangsstrich zurückkommen würde. Wollte man auch andere Bögen hierbei messen, so würde das freilich nach demselben Princip geschehen können, wenn man die Theilfehler der den Messbogen begrenzenden Striche schon kennt. Sodann treten aber verschiedene Schwierigkeiten der Durchführung dieser einfachen Methode entgegen, und es sind daher mehrfach Modificationen angewandt worden, die den jeweils bestehenden Verhältnissen angepasst waren. Wollte man, um nur die Hauptstriche zu bestimmen, in der angegebenen Weise vorgehen, so würde eine grosse Anhäufung der Beobachtungsfehler eintreten. Zunächst erhält man ja durch die oben mit $x_a, x_b, x_c \ldots x_p$ bezeichneten Grössen die Fehler der Bögen, aus denen dann die Fehler der sie begrenzenden Striche bezogen auf den Anfangsstrich, dessen Fehler $= 0$ angenommen wird, folgen. Damit geht aber der Beobachtungsfehler im ersten Strichfehler auf den zweiten, dieser auf den dritten u. s. w. über und es folgt eine bis zur Mitte ansteigende Ungenauigkeit. Ferner ist die Unveränderlichkeit der Mikroskopstellungen eine bei längeren Untersuchungen, wo starke Temperaturänderungen eintreten, unzulässige Annahme. Die Fehleranhäufung kann man nun in der Hauptsache umgehen, wenn man erst den vollen Umkreis in 2 gleiche Theile theilt, dann diese wieder in 2, und so weiter den Bogen durch fortgesetzte 2- oder auch 3-Theilung in immer kleinere Bögen zerlegt. In der Weise erhält man die Theilfehler theoretisch mit sehr nahe gleicher Genauigkeit. Hansen hat dies nachgewiesen, indem er für das Gewicht bezw. den wahrscheinlichen Fehler des betr. Theilfehlers die Formel

$$g_r = g\frac{n}{r(n-r)} \quad \text{oder} \quad w_r = w\sqrt{\frac{r(n-r)}{n}}$$

ableitete. In derselben bezeichnen g, bezw. w das Gewicht und den wahrscheinlichen Fehler, welcher der Bestimmung der Länge jedes der n aliquoten Theile zukommt, g_r, w_r das Gewicht und den wahrscheinlichen Fehler der Bestimmung des Fehlers des r ten Theilstrichs von den n Strichen.

Ein anderer, auch von Bessel vorgeschlagener Weg, bei dem die Anhäufung der Fehler vermieden wird, ist folgender. Nennen wir die Fehler von n regelmässig über den Kreisumfang vertheilten Strichen $x_0, x_1, x_2 \ldots x_{n-1}$ und messen wir zunächst mit 2 Mikroskopen im Abstand $\frac{2\pi}{n}$ den Umfang aus. Dann seien die Verbesserungen, die jedem der n Bögen zugefügt werden müssen, der Reihe nach

$$\begin{aligned} x_1 - x_0 &= \xi_1 \\ x_2 - x_1 &= \xi_2 \\ &\vdots \\ x_0 - x_{n-1} &= \xi_n. \end{aligned}$$

Hierauf stellt man die Mikroskope auf die Entfernung $2\frac{2\pi}{n}$ und misst dabei ausgehend von jedem der n Punkte wieder den Umfang aus. Ebenso erhält man dann

$$\begin{aligned} x_2 - x_0 &= \xi_1' \\ x_3 - x_1 &= \xi_2' \\ &\vdots \\ x_1 - x_{n-1} &= \xi_n'. \end{aligned}$$

In gleicher Weise geht man weiter, indem man die Abstände der Mikroskope $= 3\frac{2\pi}{n}$, $4\frac{2\pi}{n}$ .... nimmt, so lange noch diese Grössen aliquote Theile von 360° sind. Damit erhält man dann zur Bestimmung der $(n-1)$ Unbekannten eine grössere Anzahl Gleichungen, die nach der Methode der kleinsten Quadrate aufgelöst werden.

In der Regel sind nun bei den Meridiankreisen, — und um die Theilfehlerbestimmung dieser kann es sich hier eigentlich nur handeln — vier Mikroskope angebracht und man wird daher die Fehler der Durchmesser bestimmen, bei denen die Excentricität und die von der Unregelmässigkeit der Zapfen herrührenden Fehler im Wesentlichen eliminirt werden, was bei dem oben angegebenen Verfahren in der dortigen einfachsten Form nicht geschieht. Man kann daher durch die Anwendung von 2 diametral gegenüberliegenden Mikroskopenpaaren eine andere Anordnung treffen. Immer wird es sich aber darum handeln, erst die Hauptstriche, als welche man jetzt die vollen Gradstriche zu bezeichnen pflegt, und dann die Zwischenstriche, die Untertheile des Grades, zu bestimmen. In Wirklichkeit sind die Fälle ausserordentlich selten, wo alle Zwischenstriche bestimmt wurden, weil die Arbeit mit der Zahl derselben enorm wächst. In neuester Zeit sind ausserdem namentlich die Repsold'schen Theilungen mit solcher Vollkommenheit ausgeführt, dass eine Theilungsuntersuchung allenfalls auf die Hauptstriche beschränkt bleiben kann, es sei denn, dass man für bestimmte, oft gebrauchte Stellen am Kreise, die Fehler ermitteln will. Solche Fälle sind die Messungen der Zenithdistanzen der Polarsterne zur Ermittelung der Polhöhe, sowie die der Fundamentalsterne. Für eine direkte Bestimmung der Fehler einzelner Striche ist Bessel in der folgenden Weise verfahren.

Das Princip ist auch hier das gleiche, die Ermittelung des wahren Abstandes der Mikroskope, welche einen Bogen einschliessen, der zwischen dem Anfangsstrich und dem abgelesenen Strich liegt. Da man aber hier natürlich in der Regel nicht mit einem aliquoten Theil des Umfangs zu thun haben wird, so wird man zur Bestimmung des letzteren entweder Bögen benutzen, für deren Endstriche die Fehler bekannt sind, oder man wird den Bogen so oft an einander legen, dass man schliesslich die übrigbleibende Differenz der Fehler der Endstriche durch einen grossen Divisor theilt und somit unschädlich macht. Wendet man dabei 2 Mikroskoppaare, die 180° von einander abstehen, an, so heben sich zugleich, wie oben gesagt, Excentricitäts- und Zapfenfehler auf, welche sonst bestimmt und in Rechnung gebracht werden müssen.

Bessel brachte nun zur Bestimmung des Theilfehlers eines Striches z ein Hilfsmikroskop A in solchem Abstand von einem der 4 festen Mikroskope, welches wir mit I bezeichnen wollen, an, dass, wenn der Nullstrich unter I war, A auf z gerichtet war. Es wurden dann der Reihe nach die Striche 90°, 180°, 270° unter I gebracht und dabei immer A eingestellt und abgelesen. Wenn nun $z + i$ die noch unbekannte Entfernung von I und A ist, und mit $\varphi(0)$, $\varphi(90)$, $\varphi(z)$ u. s. w. die Fehler der betreffenden Striche bezeichnet sind, so haben wir für die Ablesungen unter A, wenn

$$\begin{array}{lll}
\text{I auf } 0^\circ \text{ steht} & z + a = & z + i - [\varphi(z) - \varphi(0)] \\
\text{,, } 90^\circ \text{ ,,} & 90 + z + b = & 90 + z + i - [\varphi(90 + z) - \varphi(90)] \\
\text{,, } 180^\circ \text{ ,,} & 180 + z + c = & 180 + z + i - [\varphi(270 + z) - \varphi(180)] \\
\text{,, } 270^\circ \text{ ,,} & 270 + z + d = & 270 + z + i - (\varphi(270 + z) - \varphi(270)].
\end{array}$$

Nennen wir

$$\varphi(z) + \varphi(90 + z) + \varphi(180 + z) + \varphi(270 + z) = \psi(z)$$
$$\varphi(0) + \varphi(90) + \varphi(180) + \varphi(270) = \psi(0),$$

so ergiebt die Summirung

$$\psi(z) - \psi(0) = 4i - (a + b + c + d),$$

woraus also $\psi(z)$ in Bezug auf $\psi(0)$ folgt, sobald wir i kennen. Hierzu wurden von einem beliebigen Strich der Theilung ausgehend, z. B. x unter I und A. Einstellungen gemacht, sodass, wenn

I auf x steht, unter A $x + z$ kam
„ $x + z$ „ „ $x + 2z$ „
„ $x + 2z$ „ „ $x + 3z$ „ u. s. w. bis wenn
„ $x + 9z$ „ „ $x + 10z$ „ .

Die hierdurch ausgemessenen Bögen waren dann

$$z + i - [\varphi(x + z) - \varphi(x)] = m_1 + z$$
$$z + i - [\varphi(x + 2z) - \varphi(x + z)] = m_2 + z \text{ u. s. w.,}$$

wo denn $m_1, m_2 \ldots$ die Ablesungen am Hilfsmikroskop sind. Nehmen wir das Mittel aus allen diesen Ablesungen, so haben wir

$$\tfrac{1}{10}(m_1 + m_2 + m_3 + \ldots) = + i - \tfrac{1}{10}[\varphi(x + 10z) - \varphi(x)],$$

woraus i folgt, wenn man die Theilfehler $\varphi(x + 10z)$ und $\varphi(x)$ kennt, oder ihre Differenz, von der nur der 10. Theil eingeht, vernachlässigt. Diese ausserordentlich sichere Bestimmung ist aber für alle Striche eines Kreises nicht durchführbar, da immerhin eine grosse Anzahl Wiederholungen nöthig ist, die denn immer so angestellt werden müssen, dass man erst im Sinne der Theilung durchmisst und dann dieselbe Reihe in entgegengesetztem Sinne wiederholt, um etwaige Veränderungen im Abstand der Mikroskope zu eliminiren. Man wird schon befriedigt sein müssen, wenn die Fehler der Hauptstriche in solcher Weise ermittelt werden konnten. Aus früherer Zeit ist die eingehendste Untersuchung nach der obigen Methode von PETERS am ERTEL'schen Verticalkreis in Pulkowa ausgeführt. Diesem Kreis ist später von REPSOLD eine zweite neue Theilung gegeben. Man hätte also die neue auf die ältere beziehen können. Indessen liess sich wohl kaum annehmen, dass die Theilfehler der älteren bei der Neutheilung dieselben geblieben waren. Es hat daher NYRÉN eine sehr gründliche und sorgfältige Untersuchung der neuen Theilung vorgenommen und dabei ein neues Verfahren angewandt, welches principiell wohl das BESSEL'sche ist, aber durch die modificirte Anordnung einen sehr hohen Grad der Genauigkeit erreichen liess.

Wie vorher erwähnt, hat man die Theilfehlerbestimmungen für mehr oder minder engbegrenzte Bögen des ganzen Kreisumfangs zur Vermeidung der Anhäufung der Beobachtungsfehler so ausgeführt, dass man den ganzen Kreis durch fortgesetzte Halbirung oder Dreitheilung in immer kleinere Bögen zerlegte und den Winkelwerth je zweier solcher um 180° von einander entfernter Bögen bestimmte und auf die Ausgangsbögen bezog. Es müssen dabei, um systematische Unsicherheiten in den Messungen der secundären Bögen zu vermeiden, die Hauptpunkte mit sehr viel grösserer Schärfe ermittelt werden, als die Untertheilungen. Dadurch entsteht eine Ungleichförmigkeit in den Endcorrectionen und eine Abhängigkeit der einzelnen Bestimmungen von einander. NYRÉN suchte nun für jeden der Grad-Kreisdurchmesser eine selbstständige von anderen Bestimmungen unabhängige Correction zu ermitteln. Es handelte sich also um 179 verschiedene Durchmesser, die auf den Ausgangsdurchmesser zu beziehen

waren. Als Ausgangspunkte wurden zwei um 90° von einander entfernte Durchmesser genommen, deren gegenseitige Beziehung dann noch nachträglich ermittelt wurde.

Es wurden 2 Hilfsmikroskope *A* und *B* zwischen den 4 festen Mikroskopen angebracht und dann die Entfernungen zwischen dem festen I (oder II) und *A*, IV (oder III) und *B* dem zu bestimmenden Winkel am Kreise möglichst gleich gemacht. (Die festen Mikroskope sind derartig beziffert, dass sich I und III oben, bezw. südlich und nördlich, II und IV unten, bezw. südlich und nördlich befinden.) Nun wurden für jeden Durchmesser 8 Striche eingestellt, nämlich die den Minuten 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38 entsprechenden und diese zum Mittel vereinigt, sodass eigentlich der Durchmesser 31′ bestimmt wurde. Als Ausgangsrichtung diente (aus besonderen lokalen Ursachen) 31° unter Mikroskop I bezw. IV für den ersten Quadranten, im zweiten Quadranten der um 90° entfernte Durchmesser. Ausgehend von einem der genannten Durchmesser wurde der zu bestimmende Winkel zuerst in den Quadranten I und III gemessen, und zwar so, dass wenn die Mikroskope I und IV benutzt wurden, der Ausgangsstrich unter *A* scharf eingestellt und I abgelesen, dann der entsprechende Strich unter *B* eingestellt und IV abgelesen wurde. Durch Wiederholung derselben Operation nach Drehung des Kreises um 90° wurde dann von der zweiten Cardinalrichtung ausgehend der entsprechende Winkel im 2. und 4. Quadranten gemessen. Hierauf wurde der Kreis noch zwei Mal um je 90° gedreht und die entsprechenden Einstellungen und Ablesungen in gleicher Weise gemacht. Man erhielt dadurch doppelte Messungen für alle in dieser Reihe zu bestimmenden Winkel und zwar jeweils an verschiedenen Mikroskopenpaaren und in zwei um 180° verschiedenen Stellungen.

Zur Bestimmung der Winkelabstände der Mikroskope wurde von einem beliebigen Strich des Kreises ausgegangen und ein so grosser Theil des Kreises gemessen, dass der gesuchte Winkel 8—12 Mal (später stets 8 Mal) darin aufging. Darnach wurde mit dem folgenden 2′-Strich ebenso verfahren, nur in umgekehrter Folge der Quadranten um die etwaige der Zeit proportional vor sich gehende Aenderung in der Stellung der Mikroskope zu eliminiren. Uebrigens zeigte sich diese Veränderung so erheblich, dass Nyrén es bald vorzog, jeweils den gesuchten Winkel und nur einen solchen Vergleichswinkel abwechseln zu lassen, wobei dann die Constanz der Entfernung nur für 5 Minuten gefordert wurde. Bei solcher Anordnung beruht also mit Rücksicht auf die 8 Striche für jeden Grad der Mittelwerth einer Gradcorrection auf 32 maliger Messung des Vergleichswinkels.

Der Fortgang erfolgte durch Verstellung des Hilfsmikroskops von Grad zu Grad. Indessen konnten sie den festen nicht näher als bis auf 5° gebracht werden, sodass für die Winkel 1°, 2°, 3°, 4°, 86°, 87°, 88°, 89° ein anderer Ausgangspunkt gewählt werden musste. Nyrén schaltete daher den 45°-Durchmesser durch sehr scharfe Messungen ein und bezog die obigen Striche zunächst auf diesen und dadurch auf die ursprünglichen Cardinalrichtungen.

Bei der Berechnung wurden zunächst die Correctionen der Endstriche des Vergleichswinkels vernachlässigt und damit vorläufige Correctionen gewonnen. Mit Einführung dieser ersten Correctionen für die Endstriche wurde die Berechnung wiederholt und damit die definitiven Werthe erhalten, da eine nochmalige Wiederholung nur Aenderungen von wenigen Tausendstel Secunden ergeben hätte. Welche ausserordentliche Genauigkeit Nyrén bei der Bestimmung erreicht

hat, zeigt der für die Correction des Mittels der Ablesungen aus 4 Mikroskopen sich ergebende wahrscheinliche Fehler, der nur ± 0″·025 beträgt. Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass zur Erreichung solcher Genauigkeit auch die peinliche Sorgfalt gehört, mit welcher NYRÉN auf Ermittelung und Beseitigung aller Fehlerquellen Bedacht nahm. Zu solchen Fehlerquellen gehören namentlich folgende, auf die hier nur hingewiesen werden kann, ohne auf die Einzelheiten der Vermeidung oder Bestimmung einzugehen. Es muss die Ebene des Kreises senkrecht zu seiner Umdrehungsaxe sein und es müssen die optischen Axen der benutzten Mikroskope in der durch die Umdrehungsaxe des Kreises und die Objective der betr. Mikroskope gehenden Ebene liegen, und es muss die Fläche des getheilten Limbus eine vollkommene Ebene bilden. Alle hierher gehörigen Unsicherheiten können von schädlichem Einfluss sein, der um so schwerer erkennbar ist, wenn Veränderlichkeiten in den Lagen der Mikroskope oder eine Verschiebung des Kreises längs der Rotationsaxe bei der Drehung stattfindet.

Die Schwierigkeit oder Unmöglichkeit, die zur Untersuchung dienenden Mikroskope in die geringen Abstände zu bringen, welche für die Bestimmung der Unterabtheilungen und gar der Zwischenstriche nothwendig sind, worauf schon vorher hingewiesen wurde, hat zu mancherlei Versuchen Veranlassung gegeben. Man hat im Mikroskop 2 Fadenpaare im Abstand der Strichintervalle angebracht, und damit die benachbarten Räume verglichen, und auch das Mikroskop dem Heliometer ähnlich eingerichtet. In Paris ist mehrfach von WOLF, BARBIER, STEPHAN, neuerdings von PÉRIGAUD, die durchlaufende Messung vorgenommen, bei der eine Anhäufung der Beobachtungsfehler nicht zu vermeiden war; nach demselben Verfahren ist in Besançon der Meridiankreis auf die Fehler aller Striche untersucht worden. Um hierbei zu einer genügend erachteten Genauigkeit, welche bei weitem nicht der in Pulkowa erreichten gleichkommt, zu gelangen, sind 200000 Einzelmessungen nothwendig gewesen, was die ungeheuere Leistung charakterisirt. Auch in Leiden sind die beiden getheilten Kreise des dortigen Meridiankreises von PISTOR-MARTINS auf alle 5 Minutenstriche untersucht. Dort ist von KAISER eine andere Methode zur Anwendung gekommen, welche hier noch kurz auseinandergesetzt werden muss. Sie wird in dem II. Band der »Annalen der Leidener Sternwarte« nebst den erlangten Resultaten in Ausführlichkeit mitgetheilt.

Anstatt die Mikroskope einander direct auf die kurzen Entfernungen nahe zu bringen, wird hier der Bogen 180° ± der kleinen Entfernung gewählt. Man bringt dann durch Drehung des Kreises die zu untersuchenden Theilstriche nach einander unter das eine des Mikroskoppaares und stellt dann das andere Mikroskop mit seiner Schraube scharf auf den unter ihm befindlichen Strich ein und liest die Trommel ab. Nach einer Drehung des Kreises um 180° bringt man wieder durch die Feineinstellung des Kreises dieselben Striche unter das erste Mikroskop und liest die zugehörige Angabe des zweiten ab. Man erhält dann durch die Differenzen der Trommelablesungen die halbe Summe der Fehler der einander diametral gegenüber liegenden Striche, also die Fehler der Durchmesser, auf die es allein ankommt, natürlich als relative, bezogen auf die anderweitig ermittelten Hauptstriche, von denen man ausgeht. In Leiden wurden zur Bestimmung zwei Hilfsmikroskope mit starker (100 facher) Vergrösserung genommen, von denen nur das eine als Ablesemikroskop mit einem Mikrometer ausgerüstet zu sein braucht. Besondere Aufmerksamkeit ist aber auf mit den Hauptmikroskopen

gleichartige Beleuchtung und Einstellung der Striche, auf die Richtigkeit der Mikroskopstellungen zu richten, Forderungen, die indessen bei allen Methoden gelten und namentlich auch da zu beachten sind, wo die Striche nicht ganz sauber gerissen sind.

Bezeichnen wir die Fehler der Striche $a, b \ldots$ mit $f(a), f(b)$ u. s. w. und verstehen wir unter ihnen die Grössen, welche mit dem betreffenden Zeichen der Ablesung des Striches hinzugefügt werden müssen, um die richtigen Werthe zu erhalten. Sei nun a der untere, z der obere Endstrich eines Bogens az, wo die Theilung von unten nach oben läuft, und nehmen wir an, dass diese Endstriche die positiven Fehler $f(a), f(z)$ haben. Dieser Bogen werde durch die Striche $b, c, d \ldots$ im Sinne der Theilung in Theile getheilt, die vollkommen gleich sein sollten. Es seien dann $a', b', c' \ldots z'$ die Striche, welche den Strichen $a, b, c \ldots z$ diametral gegenüber liegen. In der Voraussetzung, dass die Fehler der Durchmesser aa', zz', d. h. die Grössen $\frac{1}{2}[f(a) + f(a')]$ und $\frac{1}{2}[f(z) + f(z')]$ bekannt sind, hat man also die Fehler der Durchmesser bb', $cc' \ldots$ oder die Grössen $\frac{1}{2}[f(b) + f(b')]$, $\frac{1}{2}[f(c) + f(c')] \ldots$ zu bestimmen, und dazu müssen gewisse Differenzen zwischen den Bögen ab, bc, ... und $a'b'$, $b'c' \ldots$ ausgemessen werden. Die beiden Hilfsmikroskope I, II werden nun so gestellt, dass sie, von I ausgehend, im Sinne der Theilung nahezu 180 + einem der Bögen ab, $bc \ldots$ von einander entfernt sind. Durch Drehung des Kreises werden nun also unter I die Striche $a, b, c \ldots$ genau eingestellt, dabei liest man unter II, die Striche $b', c', d' \ldots$ ab. Die Differenz zweier unmittelbar auf einander folgenden Ablesungen der Trommel (II) giebt dann die Differenzen $ab - b'c'$, $bc - c'd' \ldots$ Nachdem so alle Striche $a, b, c \ldots$ des Bogens eingestellt und die entsprechenden Ablesungen bei II für die Striche $b', c', d' \ldots$ gemacht sind, wird der Kreis um 180° gedreht. Nun kommen der Reihe nach unter I die Striche $a', b', c' \ldots$ zur Einstellung, wobei bei II die Striche $b, c, d \ldots$ abgelesen werden. Dadurch entstehen die Differenzen $a'b' - bc$, $b'c' - cd$, u. s. w. Setzen wir zur Abkürzung

$$\begin{aligned} p &= ab - b'c' & q &= a'b' - bc \\ r &= bc - c'd' & s &= b'c' - cd \\ t &= cd - d'e' \text{ u. s. w.} & u &= c'd' - de \text{ u. s. w.} \\ k &= \tfrac{1}{2}[f(a) + f(a')] & l &= \tfrac{1}{2}[f(z) + f(z')], \end{aligned}$$

sodass k und l die Fehler der Durchmesser der Endstriche des Bogens, den man zu theilen hat, ausdrücken, und wo k immer zum unteren, l zum oberen Endstrich gehört. Ferner seien $f'(b)$, $f'(c)$ u. s. w. die Fehler der Durchmesser, die durch die Striche b, b' und c, c' gehen u. s. w., sodass

$$f'(b) = \tfrac{1}{2}[f(b) + f(b')] \qquad f'(c) = \tfrac{1}{2}[f(c) + f(c')],$$

endlich sei m die Grösse, welcher jeder der Bögen, deren Differenzen gemessen werden und die gleich sein sollten, haben sollte. Es kommen nun in der Praxis nur die Fälle vor, wo der Bogen in 2, 3 oder 5 gleiche Theile getheilt werden muss, da man bei einer Theilung von 5' vom Gradstrich ausgehend, zuerst den Grad in 2 Theile (je 30'), dann die 30' wieder in 2 Theile (je 15'), die 15' in 3 Theile (je 5') theilen wird, bei einer 2' Theilung aber die Theilung in 3 (20'), 2 (10'), 5 (2') vornehmen kann. Hier mag als Beispiel die Dreitheilung durchgeführt werden. Es sind also von einem Bogen ad gegeben die Fehler der Endstriche b und c, nämlich $f'(b)$ und $f'(c)$. Man erhält durch Messungen

$$ab = m - f(a) + f(b) \qquad bc = m - f(b) + f(c)$$
$$b'c' = m - f(b') + f(c') \qquad c'd' = m - f(c') + f(d')$$
$$a'b' = m - f(a') + f(b') \qquad b'c' = m - f(b') + f(c')$$
$$bc = m - f(b) + f(c) \qquad cd = m - f(c) + f(d)$$
$$p = f(b) + f(b') - f(a) - f(c') \qquad r = f(c) + f(c') - f(b) - f(d')$$
$$q = f(b) + f(b') - f(a') - f(c) \qquad s = f(c) + f(c') - f(b') - f(d)$$
$$p + q = 4f'(b) - 2f'(c) - 2k \qquad r + s = 4f'(c) - 2f'(b) - 2l$$
$$f'(b) = \tfrac{1}{3}(p + q) + \tfrac{1}{6}(r + s) + \tfrac{1}{3}(k + l) + \tfrac{1}{3}k$$
$$f'(c) = \tfrac{1}{6}(p + q) + \tfrac{1}{3}(r + s) + \tfrac{1}{3}(k + l) + \tfrac{1}{3}l$$

Die übrigen Fälle lassen sich in ähnlicher Weise leicht herleiten. Es kommt also hier freilich auf die Sicherheit an, mit der die Hauptstriche ermittelt wurden, und man wird auf ihre Bestimmung grosse Sorgfalt zu verwenden haben, wenn die Endresultate nicht systematisch beeinflusst sein sollen. Eine Anhäufung der Beobachtungsfehler ist dagegen thunlichst vermieden.

Zur Vereinfachung dieser Untersuchungen hat HANSEN bereits im Jahre 1830 einen Vorschlag gemacht, der hier noch besonders erwähnt werden muss, weil er an einem der neueren Meridiankreise zur Ausführung gelangte, nachdem er früher nur durch Veränderung älterer Kreise angewandt worden war. HANSEN schlägt vor, dem Hauptkreis nur eine Theilung von etwa 5° zu 5° zu geben, dann aber zwei mit dem Kreis concentrische Hilfsbogen mit genauer Theilung anzubringen. Ursprünglich benützte HANSEN für die Hilfsbögen die am REICHENBACH'schen Kreise in Gotha befindlichen Nonientheilungen, die die 5' Theilung in eine 5' Theilung umwandelten. Es befinden sich nun über der Theilung des Kreises und der Hilfstheilungen Mikroskope, die gemeinschaftlich mit einander längs der ganzen Ausdehnung der Hilfstheilungen, also in diesem Falle über 5° fortbewegt und an jedem Punkt des Bogens festgestellt werden können. Die Mikroskope bewegen sich dabei genau concentrisch mit Kreis und Hilfsbogen und die Entfernung ihrer Axe von der Drehungsaxe des Kreises ist dem Halbmesser der Alhidade, die hier die Hilfstheilung trägt, gleich, sodass man also im Gesichtsfeld beide Theilungen zugleich sieht. Ein auf der Alhidade angebrachter Index dient zur Ablesung der Grade und der Zwölftel Grade des Kreises. Die Anwendung ist dann folgende. Da die Länge der Hilfstheilung dem Intervall zwischen 2 Theilstrichen des Kreises gleich ist, so ist also immer einer der letzteren innerhalb der Hilfstheilung. Man misst dann das Intervall zwischen diesem Strich des Kreises und dem nächsten Strich der Hilfstheilung mit dem Faden des Mikroskops aus und erhält dann in Verbindung mit der Indexablesung die gesuchte vollständige Ablesung. Es bedarf also bei dieser Einrichtung zur Berücksichtigung der Theilfehler nur der Untersuchung der Hauptstriche (auf dem Kreise) und der der Striche des Hilfsbogens, eine Arbeit, die im Vergleich zur Untersuchung einer vollständigen Kreistheilung gering ist. Nachdem HANSEN die Einrichtung am Gothaer Kreis angebracht hatte, ist sie auch beim Altonaer und Stockholmer Kreis eingeführt. An neueren Kreisen besitzt der Strassburger REPSOLD'sche Kreis eine dem HANSEN'schen Vorschlag nachgebildete Einrichtung, indem hier ein zweiter Kreis mit der Hilfstheilung versehen ist. Doch hat die ursprüngliche Anwendung an Leichtigkeit und Allgemeinheit des Gebrauchs vor der neueren Vorzüge und würde das in noch viel höherem Grade haben, wenn sie nicht technisch so unvollkommen ausgeführt wäre.

Sehr eingehende Untersuchungen über die Theorie der Theilfehler und ihre Bestimmung sind von O. SCHREIBER und H. BRUNS veröffentlicht. Es muss aber genügen, an dieser Stelle auf sie hingewiesen zu haben.

Im Uebrigen mögen ausser den bekannten Lehrbüchern der praktischen Astronomie die nachstehenden Schriften über diesen wichtigen Gegenstand nachgelesen werden:

1) STRUVE, W., Breitengradmessung in den Ostseeprovinzen, I, pag. 80 ff.; Observat. Dorpat. VI; Astron. Nachr. XV. 2) BESSEL, Königsberger Beobachtungen Bd. I, III, VII; Astron Nachr. XXI. 3) HANSEN, Astron. Nachr. XVII. 4) PETERS, Untersuchung der Theilungsfehler des ERTEL'schen Verticalkreises der Pulcowaer Sternwarte 1848. 5) MARTH, Astron. Nachr. LIII. 6) KAISER, Annalen der Sternwarte in Leiden I und II. 7) WOLF, BARBIER, STEPHAN, Annales de l'Observatoire de Paris, tome XIX (Observations). 8) PÉRIGAUD, Annales de l'Observatoire de Paris, tome XIX (Mémoires). 9) NYREN, Untersuchung der REPSOLD'schen Theilung des Pulcowaer Verticalkreises, 1886 und Astron. Nachr. Bd. 113. 10) SCHUR, Astron Nachr. Bd. 106. 11) BRAUN, Astron. Nachr. Bd. 102. 12) SCHREIBER, Zeitschrift f. Instrumentenkunde, 1886. 13) BRUNS, Astron. Nachr. Bd. 130. 14) GRUEY, Erreurs de division du cercle méridien de l'Observatoire de Besançon.

VALENTINER.

